Zum Problem der Sehschärfe

Beiträge vom Standpunkt der Wahrnehmungspsychologie

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
genehmigt von der Philosophischen Fakultät
der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

von

Curt Berger
aus Buenos Aires

Tag der mündlichen Prüfung: 21. Juli 1932
Tag der Promotion: 10. Dezember 1932

Druck: Martin & Jonske, Berlin SW 68

79

Referenten: Prof. Dr. W. Köhler
Prof. Dr. H. Maier

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen Eltern
gewidmet.

I.

Den Ausgangspunkt dieser Arbeit bildeten die Sehschärfeprüfungsmethoden, welche in der Augenheilkunde der Gegenwart praktische Verwendung finden. Die bekannteste und am meisten verwendete dieser Methoden ist die von H. Snellen.[1])

Snellen stützte sich bei der Ausarbeitung seiner Tafeln zur Prüfung der Sehschärfe auf Donders[2]) und definierte wie dieser „Sehschärfe" als den Wert des kleinsten Winkels, unter welchem ein Auge bestimmte Gegenstände noch unterscheidet. Den Wert für diesen kleinsten Sehwinkel entnahm Donders der Beobachtung von Hooke (1705), wonach man zwei Sterne unter einem Winkel von 1′ noch getrennt erkennen kann. Buchstaben hielt Donders deshalb für besonders geeignet zur Prüfung der Sehschärfe, weil sich beim Erkennen derselben seiner Meinung nach gewisse, astigmatische Störungen am leichtesten offenbaren.[3]) Snellen wählte in Quadratflächen eingezeichnete Buchstaben von durchweg gleicher Strichdicke. Die „normale Sehschärfe" sprach er — ebenso wie Donders — demjenigen zu, der Buchstaben dieser Art unter einem Winkel von 5′ noch deutlich erkannte. Die Strichdicke der Buchstaben beträgt nur ein Fünftel ihrer Höhe. Werden dann die Buchstaben in ihren Einzelheiten deutlich erkannt, so erscheinen die Striche, aus denen sie zusammengesetzt sind, unter dem geforderten kleinsten Sehwinkel von 1′. Die Sehschärfe (S) eines beliebigen Menschen drückte Snellen demzufolge aus durch das Verhältnis des Abstandes (d), in welchem ein Buchstabe bestimmter Größe und Form tatsächlich erkannt wird, zu dem Abstande (D), in welchem er sich unter einem Winkel von fünf Minuten zeigt und der als normaler Abstand für das Nocherkennen gilt. Als Formel dargestellt:

$$S = \frac{d}{D}$$

D ist berechenbar aus der Minutenzahl (5) des Sehwinkels und der Höhe des Buchstabens. Wird also ein Buchstabe bestimmter Größe

---

[1]) H. Snellen: „Probebuchstaben zur Bestimmung der Sehschärfe." Berlin 1868.

[2]) Zitiert nach Guillery: „Sehschärfe", Bethes Handbuch d. norm. u. pathol. Physiologie, Rezeptionsorgane II, S. 796 ff. Berlin, Julius Springer, 1931.

[3]) Donders: „Astigmatismus und zylindrische Gläser", S. 31. Berlin 1862.

statt auf 18 nur auf 6 Meter erkannt, so ist die Sehschärfe gleich $^6/_{18}$ oder $^1/_3$. Wird ein größerer nur auf sechs Meter statt auf dreißig Meter erkannt, so ist die Sehschärfe $^6/_{30}$ oder $^1/_5$ usw. Sechs Meter ist die Entfernung, in welcher man die Prüfung im allgemeinen vornimmt, wobei dann natürlich nicht der Abstand, sondern die Größe der Buchstaben variiert wird. Da Snellen unter „Sehschärfe" den kleinsten Winkel versteht, unter dem Buchstaben bestimmter Größe noch erkannt werden, so hält man eine derartige Prüfung, die praktisch bequemer ist, für äquivalent einer solchen, bei welcher der Abstand der untersuchten Person bis zum Erkennen der Buchstaben verringert wird.

Gegen diese Methode der Sehschärfeprüfung wurden verschiedene Einwände erhoben. Die Hauptbedenken richteten sich gegen die Wahl von Buchstaben als Probeobjekten, da das Erkennen derselben ein komplizierter Vorgang sei, der nicht eindeutige Rückschlüsse auf die Sehschärfe gestatte. So sagt zum Beispiel Guillery[4]):

> „Das Erkennen von Buchstaben kann deshalb nicht ohne weiteres als Maßstab für die Sehschärfe angewendet werden, weil es ein nicht vom Auge abhängiger, sondern komplizierter, geistiger Akt ist, bei welchem geistige Beanlagung und Berufsart eine Rolle spielen."

Von einem anderen Gesichtspunkt aus formulierte Aubert[5]) einen ähnlichen Gedanken:

> „Zum Erkennen eines Buchstabens ist ein genaues Unterscheiden jedes einzelnen Punktes desselben nicht notwendig", da — wie schon Fichte geäußert hat — die Anschauung linienziehend sei.

Neben solchen Einwänden hatte man Bedenken wegen der geometrischen Form der Snellenschen Buchstaben. Snellen hatte ja nur das lineare Maß ihrer Höhe als Grundlage für die Berechnung der Sehschärfe gewählt. Da er aber von dem Gedanken ausgegangen war, daß die Anzahl der perzipierenden Netzhautelemente für den Grad der Sehschärfe entscheidend sei, so war es natürlich ungenau, nur von der Höhe der Buchstaben zu sprechen anstatt von ihrem Flächeninhalt. Man wollte aber genau sein und den ganzen Flächeninhalt berücksichtigt wissen. Dies setzt aber voraus, daß eine eindeutige Beziehung zwischen dem Flächeninhalt der Probeobjekte resp. deren Abbildungen auf der Netzhaut und ihrem Erkanntwerden und damit auch der Sehschärfe besteht.

Gerade hier nun setzt eine dritte Gruppe von Einwänden ein. Man wies nämlich darauf hin, daß auch die spezielle Beschaffen-

[4]) Guillery: „Ein Vorschlag zur Vereinfachung der Sehproben", S. 324, 1891.

[5]) Aubert: „Physiologie der Netzhaut". 1865.

heit der Probeobjekte eine Rolle bei der Messung der Sehschärfe spiele und nicht nur ihr geometrischer Flächeninhalt oder der ihrer Teile. Gebb und Löhlein[6]) formulieren diese Erwägung so:

„Die Annahme, daß Sehobjekte, die unter dem gleichen Gesichtswinkel erscheinen, gleich leicht erkannt werden können, entspricht nicht der Wirklichkeit. Form und Flächeninhalt des Sehzeichens haben einen großen Einfluß auf die Erkennbarkeit eines Schriftzeichens. Stettler, Pergens u. a. haben sich eingehend mit der Frage beschäftigt; sie konnten nachweisen, daß der Einfluß des Flächeninhaltes des Netzhautbildes nicht etwa der Erkennbarkeit proportional läuft, sondern komplizierteren Gesetzen folgt."

Aus diesen Gründen richteten sich die Bemühungen, einwandfreie Methoden der Sehschärfeprüfung zu schaffen, im wesentlichen darauf, anstatt Buchstaben neue, geometrisch besser definierte Formen zu verwenden. Damit glaubte man dann, nach Möglichkeit alle „höheren" und „komplizierteren" Vorgänge, welche beim Erkennen und Wahrnehmen überhaupt mitspielen, ausgeschaltet zu haben, und nur noch die reine Sehschärfe zu messen.

So entstanden weitere Prüfungsmethoden:

Wolffberg[7]) hatte zunächst nur vorgeschlagen, außer Buchstaben auch noch Zahlen zu verwenden. Jedoch treffen ihn alle schon gegen Snellen gerichteten Bedenken.

Auf der Suche nach der einfachsten geometrischen Form kam Guillery[8]) dazu, den Punkt als Prüfungsobjekt vorzuschlagen. Da er aber die Erfahrung machte, daß das Erkennen einzelner Punkte sehr leicht Täuschungen und Irrtümern unterliegt, entschloß er sich dazu die einzelnen Punkte in Vierecke einzuzeichnen, und zwar jeweils an einer anderen Stelle. Manche Vierecke ließ er ganz leer zu Vexierversuchen. Bei der Prüfung sollte jeweils die genaue Lage der Punkte angegeben werden. Die Punkte selbst sind für die verschiedenen Entfernungen nach ihrem Flächeninhalt abgestuft. Als Grundlage für normales Sehen wählte er denjenigen Punkt, welcher auf fünf Meter Entfernung unter einem Sehwinkel von 50 Sekunden erscheint. Dessen Durchmesser beträgt 1,21 Millimeter.

Unter anderem trat aber hier, namentlich für Ungeübte, die Schwierigkeit auf, genau den Moment anzugeben, in welchem man einzelne Punkte auftauchen sieht. So kam nun Burchardt[9]) dazu, als Probeobjekt mehrere Punkte zu wählen, und zwar in

---

[6]) Gebb und Löhlein: „Zur Frage der Sehschärfebestimmung." Arch. f. Augenheilkunde. 65, 1910.

[7]) Wolffberg: „Sehschärfeproben." Breslau 1892.

[8]) Guillery: s. S. 1, Ziffer 2.

[9]) Burchardt: „Internationale Sehproben." Berlin. klin. Wochenschrift Nr. 48, 1869.

Gruppen von 4 bis 6, weil weniger zu leicht erraten, mehr nur schwer gezählt werden können. Durchmesser und Entfernung der einzelnen Punkte voneinander sollten gleich sein, und zwar aus Gründen der Einfachheit und der leichteren technischen Herstellung wegen.

Boettcher[10]) wählte statt gleicher, kreisrunder fünf verschiedene Gruppen quadratischer und länglich rechteckiger Punkte. Die Gruppen bildete er aus höchstens fünf, weil mehr das Zählen erschweren, mindestens drei Punkten. Letzteres, weil er die Unterscheidung in zwei aufeinander senkrechte Richtungen zur Feststellung von Astigmatismus erzwingen wollte, welche mit nur zwei Punkten nicht genügend gesichert schien.

Während die zuletzt angeführten Methoden letzten Endes auf das Zählen kleinster optischer Einheiten hinauslaufen, soll durch die folgenden auch dies Zählen noch vermieden werden, indem statt dessen nur das Erkennen einer Unterbrechungsstelle oder sonstiger besonderer Merkmale von Sehobjekten verlangt wird, deren genaue Lokalisation angegeben werden soll. Die von Landolt[11]) erfundene Figur besteht aus einem schwarzen Ring (auf weißem Grunde), der unterbrochen ist durch eine Lücke mit parallelen Rändern. Der Abstand dieser Ränder ist gleich der Dicke des Ringes. Die Dicke des Ringes wiederum ist gleich dem Fünftel des Durchmessers seines äußeren Kreises, und zwar aus den gleichen Gründen, die für die Strichdicke der Snellenschen Buchstaben maßgeben waren. Bei Prüfung der Sehschärfe soll angegeben werden, nach welcher Seite die Oeffnung des Ringes liegt. Da die Probetafel mehrere verschieden gedrehte Ringe in abgestuften Größen enthält, und die Tafel außerdem gedreht werden kann, wie es dem Prüfenden beliebt, glaubt Landolt bei dieser Art der Sehschärfeprüfung den Einfluß der Intelligenz und des Erratens beim Erkennen des Sehzeichens ausgeschaltet zu haben. Während weiterhin Buchstaben nicht nur optische, sondern auch akustische Erinnerungsbilder schüfen, die sich einmischen könnten, komme das bei diesen Ringen nicht in Frage.

Aus ähnlichen Gedanken heraus entstanden die schwarzen Haken von Cohn, Steiger und die Kreise von Praun und Hoppe. Cohn[12]) wählte in ihrer Richtung verschieden gedrehte Haken wie das lateinische E ohne Verzierungen. Steiger[13]) ließ aus

---

[10]) Boettcher: „Geometrische Sehproben zur Bestimmung der Sehschärfe." Berlin 1870.

[11]) Landolt: „Die Bestimmung der Sehschärfe." Handbuch für Augenheilkunde, Berlin 1920.

[12]) H. Cohn: „Tafeln zur Prüfung der Sehschärfe und Sehleistung." Breslau 1887.

[13]) A. Steiger: „Einheitliche Sehproben." Hamburg 1892.

Gründen der Einfachheit den mittleren Balken weg. Praun[14]) nahm die Uhr als Vorbild für seine Sehproben, indem er in verschieden große Kreise je zwei vom Mittelpunkt ausgehende Zeiger in verschiedenen Winkeln zueinander einzeichnete. Die Richtung der Zeiger zueinander ist bei der Prüfung anzugeben. Diese Sehproben können nach Praun außerordentlich fein abgestuft werden, da man den Winkel beliebig variieren kann. Hoppe[15]) vereinfachte auch dies Verfahren noch, indem er nur an Kreise außen Spitzen anbrachte, die als Verlängerungen von aus dem Mittelpunkt kommend gedachten Geraden nach jeweils verschiedenen Richtungen weisen. Sulzer[16]) kombinierte die Richtungsangabe mit dem Unterscheiden benachbarter, paralleler Linien. Auf der Prüfungstafel befinden sich verschieden große Kreise, in welche zwei bis sechs parallele Linien eingezeichnet sind. Der Prüfling hat Anzahl und Lage der parallelen Linien anzugeben. (Hier spielt also das Erfassen von Vielheiten wieder eine Rolle.)

Anm.: Um den verschiedenen Vorschlägen gerecht zu werden und zugleich eine Zersplitterung in der Praxis der Augenheilkunde zu vermeiden, fand eine eingehende Diskussion aller bis dahin vorgeschlagenen Prüfungsmethoden auf dem internationalen Ophthalmologenkongreß in Neapel im Jahre 1909 statt. Man einigte sich zwar damals theoretisch, indem man offiziell die Proben annahm, welche von Heß[17]) vorschlug und erklärte sie als international gültig. Es waren dies der Landoltsche Ring in verschiedenen Größen und daneben zur Sicherheit die gewöhnlichen Zahlen, die Wolffberg eingeführt hatte. Praktisch aber blieb dieser Beschluß bezeichnenderweise belanglos, da die Augenärzte sich nicht daran hielten.

Noch 15 Jahre nach der Einführung dieser internationalen Sehproben, also im Mai 1924, wird in der Schweizer ophthalmologischen Gesellschaft von einem Chaos der bestehenden Sehproben gesprochen und eine Kommission ernannt, die über die Einführung einheitlicher Sehproben für die Schweiz beraten soll.[18])

Endlich erfanden im Laufe der Zeit einzelne Aerzte Apparate, die dazu dienen sollten, die Darbietung der Sehzeichen zu erleichtern und exakter zu gestalten. Vor allem sollen sie es ermög-

---

[14]) E. Praun: „Tafeln zur Bestimmung der Sehschärfe mittels der Uhr." 1901.

[15]) Fritz Hoppe: „Eine neue Sehprobentafel." St. f. Schulges. u. soz. Hygiene Nr. 42, 1928.

[16]) Sulzer: „Echelles servant à la mesure de l'acuité visuelle." Paris 1904.

[17]) C. v. Heß: „Internationale Sehproben." Wiesbaden 1909.

[18]) Zitiert nach Guillery, s. S. 1, Ziffer 2.

lichen, nur je ein einziges Sehzeichen sichtbar werden zu lassen, so daß Irrtümer in den Angaben und etwaige Einflüsse der umgebenden Zeichen ausgeschaltet werden. Da diese Vorrichtungen aber den sichtbar bleibenden Buchstaben umrahmen, so verändern sie doch den optischen Gesamteindruck und stellen somit wieder ganz besondere Bedingungen im Sehfeld her, ganz ähnlich wie die Vierecke, in welche Guillery seine einzelnen Punkte einzeichnet.

(Anm.: In der Psychologie ist es ja eine bekannte Tatsache, daß man nicht trennen darf zwischen sichtbaren Apparatteilen und dem, was man als eigentliches, optisches Material darbietet, da natürlich beides eine Rolle beim Zustandekommen des optischen Gesamteindruckes spielt.)

Daher müssen sie hier miterwähnt werden. Es handelt sich um das sog. Visometer von Zeiß[19]), einen Apparat von Seligmann[20]), einen von Karl[21]) und zwei von Hoppe[22]).

II.

Wenn man die Diskussion unter den Ophthalmologen über das Problemgebiet der Sehschärfe bis in die neueste Zeit verfolgt und etwa die letzte, zusammenfassende Darstellung eines so hervorragenden Fachmannes wie Guillery[23]) studiert, die erst Ende Juli 1929 abgeschlossen worden ist, so muß es auffallen, daß die Entwicklung der Wahrnehmungspsychologie seit ungefähr 1910, also fast während des letzten Vierteljahrhunderts so gut wie überhaupt keinen Einfluß auf die Denkart und das praktische Vorgehen der Augenärzte gehabt hat.

Bis in die neueste Zeit geht die Augenheilkunde in der Behandlung des Sehschärfeproblems von bestimmten, sehr allgemeinen Voraussetzungen aus, die für so selbstverständlich gelten, daß sie kaum erwähnt werden, und darum die Gedankenbildung erst recht auf das nachhaltigste bestimmen.

Der Psychologe kann diesen Sachverhalt um so besser verstehen und gewissermaßen nacherleben, als jene Voraussetzungen vor einigen Jahrzehnten für jedermann ungefähr ebenso selbst-

---

[19]) Robert Kirsch: „Sehschärfeuntersuchungen mit Hilfe des Visometers von Zeiss." Graefes Arch. f. Ophthalmologie, Bd. 103, 1920.

[20]) Seligmann: „Ein Apparat zur Prüfung der Sehschärfe." Ztschr. f. Augenheilkunde. XVII.

[21]) Carl: „Ein Apparat zur Prüfung der Sehschärfe." Arch. f. Augenheilkunde. XXIV, S. 41.

[22]) Hoppe: „Zwei Apparate zur Sehschärfeprüfung." Klin. Monatsbl. f. Augenheilkunde. XLIV, 1906.

[23]) Guillery, s. S. 1, Ziffer 2.

verständlich waren, also auch für den Psychologen selbst, der die gleichen Ueberzeugungen lange genug vor allem mit den Sinnesphysiologen geteilt hat. In der Sinnesphysiologie zeigen sich heute schon Ansätze zu einer Berücksichtigung der neuen Gesichtspunkte, welche die neuere Wahrnehmungspsychologie gewonnen hat, — wenn schon bisweilen noch in inadäquater Form. Man verfährt nämlich so, als ob jene älteren Voraussetzungen im Grund natürlich beibehalten werden müßten, und einige neuere Prinzipien nur einfach als Ergänzung daran gehängt werden könnten. Das dürfte aber nicht möglich sein, auch in der Augenheilkunde nicht. Zunächst aber handelt es sich darum, jene älteren Voraussetzungen zu formulieren und zuzusehen, inwiefern sie mit den Gesichtspunkten der neueren Wahrnehmungspsychologie nicht zu vereinigen sind.

Es wird vor allem angenommen, daß die Erscheinungen, mit denen der Augenarzt sich zu beschäftigen hat und auf die es eigentlich ankommt, ihre funktionelle Basis wesentlich im peripheren Auge haben. Daraus folgt, daß der größte Teil des optischen Nervensystems als bloße Transporteinrichtung angesehen wird, innerhalb deren Prozeßbeschaffenheiten, die retinal festgelegt worden sind, ohne wesentliche Aenderungen fortgeleitet und auf zentrale Felder übertragen werden. Sollte diese Ausdrucksweise übertrieben erscheinen, so muß darauf hingewiesen werden, daß fast sämtliche Erklärungsversuche, mit denen die Augenheilkunde in Sachen der „eigentlichen" Sehschärfe operiert, das periphere Augen betreffen. Hieraus folgt angesichts der Tatsache, daß die anschauliche Sehwelt, in der man doch die Sehschärfe prüft, unmittelbar nur mit den Vorgängen in zentralen Hirnfeldern zu tun haben kann, daß man sich auf diese Felder die retinal einmal zustande gekommenen Prozeßeigenschaften im wesentlichen einfach übertragen denkt.

Auf verwandtem Gebiet, bei Erörterung des Hörens, hat ein Spezialist einmal geäußert:[24])

> „Es muß uns genügen, wenn eine Hörtheorie die akustischen Vorgänge bis zur Nervenerregung hin wiedergibt."

Auch wenn diese Stellungnahme nur eine vorläufige sein soll, muß sie bedenklich erscheinen. Wo die für irgend eine Erscheinung entscheidenden Eigenschaften von sensorischen Prozessen in Wirklichkeit zuerst zustande kommen, ob mehr peripher oder mehr zentral, das kann man unmöglich danach entscheiden wollen, daß im 19. Jahrhundert und im Anfang des 20. über die Funktionsweise der peripheren Sinnesorgane genauere Vorstellungen entwickelt worden sind als über das eigentlich nervöse Geschehen, — um

[24]) Erich Waetzmann: „Die Resonanztheorie des Hörens." S. 86. Braunschweig 1912.

so weniger als diese Vorstellungen über die Vorgänge im peripheren Organ doch zum großen Teil auch nur Hypothesencharakter haben. Es scheint kaum fraglich, daß diese Ueberlegung im Falle des Auges und insbesondere des Sehschärfeproblems genau so gilt wie im Falle des Ohres.

Leider nimmt die Trennung des Sehvorganges in einen peripheren Anteil — auf den es eigentlich ankommt, und den man glaubt, naturwissenschaftlich behandeln zu können —, und in einen zentralen Anteil — ohne ebenso konkrete und ernste Bedeutung — oft eine Form an, die für das Fortschreiten der Forschung recht hinderlich geworden ist. Die zentraler zustandekommenden Erscheinungen werden wohl auch als „psychologische" den eigentlich wichtigen und gleichsam realeren peripher-physiologischen entgegengesetzt. Und bis auf den heutigen Tag nehmen die naturwissenschaftlichen Disziplinen, welche an die Psychologie angrenzen, „psychologische" Hergänge nicht ebenso real, sie halten es mit Aussagen auf diesem Gebiet nicht ganz so streng, wie sie bei der Behandlung von physikalischen und elementarphysiologischen Fragen vorgehen. Daraus hat sich folgende Sachlage entwickelt:

Ueber gewisse fundamentale Eigenschaften der mehr peripheren Vorgänge glaubt man eine bestimmte Annahme — die gleich zu besprechende Mosaikhypothese — mit Sicherheit machen zu müssen, auch wenn die Berechtigung dieser Annahme nie wirklich erwiesen worden ist, ja im Gegenteil zahlreiche Beobachtungen vorliegen, die dieser Annahme durchaus widersprechen. Da man nun mit „psychologischen" Erklärungen recht liberal umzugehen gewöhnt ist, so besteht immer die Möglichkeit, bei einem Widerspruch zwischen der Erfahrung und jener Grundannahme die Diskrepanz auf den Einfluß solcher „psychologischen" Faktoren zurückzuführen. Denn ob eine solche psychologische Erklärung wirklich zutrifft, das pflegt man ja nicht einer wirklichen Prüfung zu unterwerfen, wie man sie bei einer Hypothese auf peripher-physiologischem Gebiet für sofort notwendig ansehen würde. Die Unterscheidung von eigentlich wichtigen peripheren Vorgängen und nicht recht zum Kern der Sache gehörigen psychologischen Einflüssen führt also dazu, daß jene Annahme auch gegenüber entschiedenem Widerspruch der Erfahrung festgehalten werden kann. Immer dann, wenn ein solcher Widerspruch auftaucht, steht ja die Erklärung durch jene „psychologischen" Faktoren zur Verfügung. Hierher gehören die Deutungen durch verschiedenes Verhalten der Aufmerksamkeit, durch Erfahrungseinflüsse und durch hinzukommende Denkvorgänge. Nahezu beliebige Umformungen und Verfälschungen des eigentlichen „physiologischen" Tatbestandes sollen auf diese Art zustandekommen können. Die Geschichte der Wahrnehmungspsychologie hat in der Tat gezeigt, daß es

kaum eine mit festgewurzelten Annahmen im Widerspruch stehende Erscheinung gibt, die sich nicht auf diese Art forterklären ließe.[25])

Die Grundannahme, die auf solche Weise geschützt wird, ist die Hypothese von der Mosaiknatur der optischen Erregungen. Jeder Blick in Erörterungen über die physiologischen Grundlagen des klaren Sehens und seiner Begrenzung (Sehschärfe) zeigt, daß dem Mediziner als Basis für die Leistungen, deren Grenze als Sehschärfe man zu messen sucht, eine anatomische Aufteilung des Sehapparates in gesonderte Elementarorgane vorschwebt. Was das Sehen oberhalb der als Sehschärfe bezeichneten Grenze vor allem charakterisiert, ist ja eine bemerkenswerte Ordnung. Innerhalb weiter Grenzen ist im Sehfeld getrennt, was in der retinalen Abbildung getrennt nebeneinanderliegt, und darüber hinaus kehren die mannigfachsten Anordnungsverhältnisse im Sehfeld wieder, wie sie objektiv oder in der retinalen Projektion bestehen. Wenn von der peripheren Rezeptionsfläche an die Funktion des gesamten Sehapparates in die Einzelfunktionen von außerordentlich vielen gegenseitig unabhängigen, kleinsten Elementarorganen nebeneinander zerfällt, und wenn deren gegenseitige Raumbeziehungen in zentralen Feldern mit denen der retinalen Elementarrezeptoren übereinstimmen, dann scheint jene Ordnung des Sehfeldes wohlverständlich. Dann wird es aber auch wohl nahe liegen, die Grenzen der Funktionsordnung, also z. B. die Sehschärfe, aus den Grenzen der Aufteilung in Elementarorgane und aus den endlichen Dimensionen derselben zu verstehen.

Daß die Retina in den Zapfen und Stäbchen lokale Einzelrezeptoren enthält, die unabhängig voneinander die ersten photochemischen Beeinflussungen erfahren, wird heute fast allgemein angenommen.[26]) Weiter wird angenommen, daß die damit gegebene Ordnung durch Aufteilung zentralwärts insoweit erhalten bleibt, wie den peripheren Elementarorganen einzelne isolierte Elementarleitungen bis in zentrale Felder entsprechen.

Anm.: Daß dies wirklich die zugrundeliegende Auffassung ist, zeigt sich z. B. deutlich an dem bekannten Erklärungsversuch Herings für die außerordentliche Feinheit, mit der Lageunterschiede wahrgenommen werden, z. B.

---

[25]) s. a. W. Köhler: „Ueber unbemerkte Empfindungen und Urteilstäuschungen." Ztschr. f. Psych. 63.
W. Köhler: „Gestalt Psychology." New York 1929.
W. Köhler: „Bemerkungen zur Gestalttheorie." Psych. Fo. Bd. 11.
W. Köhler: „Komplextheorie und Gestalttheorie." Psych. Fo. Bd. 6.

[26]) Vgl. jedoch: Zoth (Asher u. Spiro), Koffka-Stern u. -Feinberg, Psych. Fo. Bd. 7, Helson, American Journal of Psychology, Vol. XLI. — Nach diesen Arbeiten ist doch die Möglichkeit nicht ganz von der Hand zu weisen, daß im blinden Fleck, also ohne Beteiligung von Stäbchen und Zäpfchen, eine optische Erregung zustande kommt.

kleinste Verschiebungen der Fortsetzung einer Geraden gegen ihren Anfang. Daß dem kleinsten Zapfenwert ein Knotenpunktswinkel von 18,5" entspricht, während kleinste Lageunterschiede noch bis hinunter zu einem Winkel von 2,5" erkannt werden, war doch nur deshalb ein so ernstes Problem, weil die Feinheit des Raumsinnes von der Feinheit der einzelnen Zapfen bestimmt gedacht wird. Und die Heringsche Erklärung hat von vornherein zum Ziel, trotz des anscheinenden Widerspruchs die erstaunliche Empfindlichkeit für Lageunterschiede aus den Dimensionen des Zapfenmosaiks verständlich zu machen.[27])

Daß scharfe Bilder auf der Netzhaut wegen der dioptrischen Fehler des Auges unmöglich sind,[28]) oder wie Landolt[29]) es formuliert hat:

„das einem Punkt entsprechende Bild immer ein Zerstreuungskreis ist, ein Lichtfleck, der die Ausdehnung eines Zapfens bedeutend übersteigt",

ändert prinzipiell an dieser Annahme nichts. Wohl aber erklärt man dadurch manche sonst nicht vom Standpunkt der Mosaikhypothese verständliche Tatsache.[30]) So sagt z. B. Guillery[31]):

„Diese Unschärfe aller Netzhautbilder, auch im emmetropen oder richtig eingestellten Auge, erklärt den ersten Eindruck, den alle Sehobjekte bei kleinstem Sehwinkel hervorrufen, d. h. also, wenn man sich ihnen aus einer Entfernung, in der sie noch nicht sichtbar sind, allmählich nähert. Sie erscheinen nämlich alle zunächst als verwaschener grauer Fleck, an welchem Einzelheiten nicht erkennbar sind."

Manche Erscheinungen lassen sich aber auch auf diese Art nicht erklären. Deshalb hat man früh zwei Prinzipien mit der Mosaikhypothese vereinigt, die beide mit dieser Hypothese gar nicht recht verträglich sind. Das ist der Simultankontrast und die wechselseitige Unterstützung benachbarter Erregungen. Die Vorgänge, die man so bezeichnet, setzen funktionellen Kontakt zwischen den Elementen des Mosaiks voraus, der offenbar durch nervöse Querverbindungen vermittelt wird. Damit aber ist der eigentliche Sinn der Mosaikannahme aufgehoben. Denn nun wird ja angenommen, daß die Klarheit und Ordnung des Feldes auch ohne funktionelle Isolierung seiner Elementarteile bestehen, ja

---

[27]) Vgl. auch die besonders interessante Formulierung bei F. B. Hofmann, Physiol. Optik I, S. 62 ff.

[28]) Guillery: s. S. 1, Ziffer 2.

[29]) Landolt: „Die Untersuchungsmethoden." 1920.

[30]) s. folgende Seite.

[31]) Guillery, s. S. 1, Ziffer 2.

daß sie durch Wechselwirkung (wie die des Kontrastes) womöglich noch erhöht werden kann.

Wie die Wirkung des Kontrastes verstanden wird, geht am besten aus einem Beispiele Hofmanns[32]) hervor. Betrachtet man 16 schwarze, durch weiße Zwischenräume getrennte Quadrate aus weiterer Entfernung, so sind die inneren schon deutlich erkennbar, während die äußeren noch nach außen rund erscheinen. Der Simultankontrast plattet die Flecken in der Mitte gleichsam gegeneinander ab. Hering hat besonders betont, daß auf diese Weise scharfe Grenzen auch dort gesehen werden, wo nur ein unscharfes Netzhautbild vorliegt.

Die gegenseitige Unterstützung benachbarter und gleichartiger Erregungen auf der Netzhaut soll sich darin zu erkennen geben, daß die Erregungen einander über die Schwelle heben. Diese Vorstellung wurde zum Beispiel durch einen Versuch Exners[33]) gestützt: Läßt man ein Quadrat von bestimmter Größe durch Verkleinerung des Sehwinkels oder Herabsetzung der Beleuchtung verschwinden, so wird es wieder sichtbar, wenn man ein gleiches Quadrat an dasselbe ansetzt.[34])

Viele Beobachtungen außer manchen von Exner selbst, z. B. auch solche von Bergmann und von Pergens[35]) machen eine Ableitung dieser Erscheinung nur aus Uebereinanderlagerung der physikalischen Irradiationsbereiche der Einzelfiguren ganz unmöglich. Damit ist die Mosaikhypothese in ihrer strengen Form bereits unhaltbar geworden.

III.

Selbst wenn man im peripheren Teil des optischen Nervensystems eine Sonderung in lokale Elementarfunktionen als gegeben voraussetzen wollte, besteht sie doch zweifellos für das Zentralfeld und die sogenannten „psychophysischen" Prozesse nicht, also auch nicht für das Geschehen, von dessen Feinheit unmittelbar die Sehschärfe eines Menschen abhängt. Ohne Zweifel entscheidet ja nur die Beschaffenheit eines zentralen Erregungsfeldes und nicht unmittelbar die einer retinalen Prozeßverteilung darüber, ob eine Person aus einer bestimmten Entfernung Buchstaben und Zahlen noch lesen, Punkte noch als Sondergebilde in einem homogenen Felde sehen und Unterbrechungen eines Kreisringes noch als

---

[32]) F. B. Hofmann: „Physiologische Optik" I, S. 36 ff.

[33]) Exner: „Studien auf dem Grenzgebiet des Sehens." Pflügers Archiv 73, S. 117, 1898.

[34]) Vgl. Guillery, S. 1, Ziffer 2, S. 762.

[35]) Vgl. Hofmann, S. 21, Ziffer 32, S. 26.

solche wahrnehmen kann. Denn das Sehfeld der betreffenden Person hat ja die psychophysischen Prozesse zur Unterlage, vom retinalen Geschehen dagegen ist es nur indirekt abhängig.

Die Gründe aber, derentwegen mindestens im zentralen Feld die Ordnung der Funktion nicht mehr eine Ordnung durch anatomische Absperrung elementarer Lokalvorgänge gegeneinander sein kann, sollen nun in aller Kürze und nur unter Heraushebung des Wichtigsten angeführt werden.

Als die Naturwissenschaft der neueren Zeit zu der Ueberzeugung gekommen war, daß die Materie in keinem Fall ein Kontinuum, sondern stets aus bestimmten Elementarteilchen, Molekülen, Atomen und Elektronen zusammengesetzt sei, da war ihr Bemühen alsbald darauf gerichtet, diese diskrete Zusammensetzung nicht nur in theoretischen Erörterungen zugrunde zu legen, sondern dieselbe auch unmittelbar an entsprechenden physikalischen Erscheinungen aufzuweisen. Es ist bekannt, in wie hohem Maße diese Bestrebungen Erfolg gehabt haben, gelingt es doch, die Bahnen und die Wirkungen von einzelnen Elementarteilchen auf das deutlichste zu demonstrieren. Das Wesentliche ist dabei, daß nicht etwa nur Gesamteffekte aufgewiesen werden, die sich nach der Meinung der Physiker am besten unter der Voraussetzung jener Elementarpartikel und Elementarvorgänge erklären lassen, sondern daß die Getrenntheit, die diskrete Natur der Materie im einzelnen experimentell direkt aufgezeigt wird.

Wenn wir die Mosaikhypothese, welche so allgemein als Grundannahme bei Erklärung des Sehvorganges vorausgesetzt wird, ebenso konkret und ernst nehmen wollen, wie die Physiker ihren Atomismus, dann werden wir offenbar fragen müssen, wo in einem Sehfeld der diskrete Aufbau der Gesamtfunktion aus einzelnen unabhängigen und rein lokalen Elementarfunktionen zum Ausdruck kommt. Denn da die physiologische Methodik für voraussichtlich noch lange Zeit nicht imstande sein wird, eine Prüfung der Mosaikannahme an den zentralen Bahnen und Feldern des optischen Nervensystems direkt vorzunehmen, und da ferner eine solche physiologische Prüfung unter keinen Umständen ein Ergebnis haben könnte, das mit den unmittelbaren Tatsachen des bewußten Sehens in Widerspruch stände, so darf und muß gegenwärtig eine Prüfung der Mosaikannahme darin bestehen, daß man am anschaulichen Sehfeld seine Zusammengesetztheit aus gegeneinander abgetrennten Elementarbestandteilen oder Lokalempfindungen nachzuweisen sucht. Ein solches Vorgehen wäre nichts anderes als die konsequente Uebertragung des Verfahrens der Physiker zur Prüfung der Atomhypothese auf den Fall der prinzipiell so verwandten Mosaiktheorie des Sehens. In Wirklichkeit ist selbst diese F r a g e s t e l l u n g kaum überhaupt in der physiologischen oder augenärztlichen Literatur anzutreffen, und auch

die Psychologen sind erst recht spät darauf aufmerksam geworden, daß sich als nächstliegende Konsequenz einer strengen Mosaikauffassung die These einer Zusammensetzung des Sehfeldes aus gegeneinander indifferenten, einzelnen Elementarstückchen in großer Zahl ergibt.

Natürlich hat das Sehfeld nicht im mindesten einen derartigen Charakter. Ein möglichst homogenes Feld z. B. erscheint durchaus als Kontinuum, als stetig in sich zusammenhängend, und von diskreten Elementarbausteinen ist in ihm nicht das Geringste zu entdecken. Schon hiernach sollte man es für wahrscheinlich halten, daß auch die zugrundeliegende Prozeßart nicht die eines Nebeneinander von unabhängig und isoliert erregten Hirnpunkten ist. Viel größere Wahrscheinlichkeit wird von vornherein eine Annahme haben, nach welcher es sich, z. B. im Falle eines homogenen Feldes, um ein ausgebreitetes Geschehen von durchaus stetigem Zusammenhang in seiner ganzen Erstreckung handelt.

Viel eindringlicher freilich als die Beschaffenheit eines homogenen Feldes lehrt das Gleiche der Tatbestand, daß inhomogene Sehfelder nicht nur die Ordnung aufweisen, welche man durch die Mosaikannahme zu erklären sucht, also eine Ordnung des Nichtverschwimmens der im allgemeinen angemessenen Platzverteilung usw., sondern — mindestens genau ebenso wichtig für unser Sehen — eine Ordnung nach Zusammengehörigkeiten, nach bestimmten Bereichseinheiten, nach Gliederung. Wertheimer hat das Gemeinte einmal bildlich so ausgedrückt, daß er sagte: „Den anatomischen Bestand eines tierischen Organismus könnte man sich so beschrieben denken, daß für alle Kubikmillimeter des Körpers nacheinander und in schematischer Aufzählung ihr materieller Inhalt angegeben wird. Offenbar läßt man dabei Zusammengehörigkeiten in bestimmten Bereichen, also natürliche Gliederungen gänzlich außer acht. Die aber würden in einer adäquaten Beschreibung des Organismus notwendig eine entscheidende Rolle spielen. Denn in einer solchen würde die Aufzählung des materiellen Inhalts im Kleinen und Kleinsten zwar nicht fehlen, sie würde aber sachgemäß in Unterordnung unter die Gliederung nach Organen erfolgen, die die obersten „echten“ Teile des Organismus sind. Bis ganz hinunter würde eine solche angemessene Beschreibung den Abgegrenztheiten und Zusammengehörigkeiten folgen müssen, die in dem zu beschreibenden Gegenstand, dem Organismus, von vornherein konkret vorliegen.“

Die meisten Sehfelder, mit denen wir es zu tun haben, sind nun ebenfalls so beschaffen, daß sie uns eine Beschreibung nach ganz bestimmten „echten“ Teilen unmittelbar vorschreiben. Es ist ein durchaus künstliches Schema, wenn jemand ein Zimmer, in dem er sich aufhält, als eine ungeheure Zahl von optischen Empfindungen vor sich zu haben behauptet. Wie der Organismus

Herz, Lunge, Magen, Blutgefäße usw. als „echte“ Teile enthält, so das Zimmer eines Arztes den Tisch als Sehding, Stühle desgleichen, Bücher, Apparate, Tafeln zur Sehschärfebestimmung usw. Wer unvoreingenommen ist, wird also mit einer Beschreibung des Sehfeldes nach solchen in sich zusammengehörigen, gegeneinander mehr oder weniger scharf abgegrenzten und (im Gegensatz zum Leeren des Raumes überhaupt) substanziell erscheinenden Bereichen beginnen, — nicht aber mit der Aufzählung eines solchen Grau hier, eines solchen weißlichen Gelb dort, usw.

Jene Gebilde, die für unvoreingenommene Betrachtung den wesentlichen Inhalt des Sehfeldes ausmachen, nennt man wegen eines theoretischen Zusammenhanges, in dem sie neuerdings betrachtet werden, „Gestalten“. In den eben erwähnten Fällen handelt es sich um bekannte Dinge; doch ist es wichtig, zu wissen, daß ebensowohl spontan ausgesonderte Bereiche von bestimmter Erstreckung vorkommen, die noch nicht bekannt sind, wie z. B. ein dunkles Etwas, das wir bei nächtlicher Wanderung plötzlich vor uns haben, ohne es zunächst zu erkennen, u. dgl. mehr. Kinder haben zweifellos in frühester Lebenszeit unausgesetzt solche ausgesonderten Gebilde ohne empirische Dingbedeutung vor sich. Die Behauptung, daß das unmöglich so sein könne, daß wenigstens Kinder weiter nichts als die Gesamtheit der jeweiligen „Elementarempfindungen“ sehen könnten, und daß sie prinzipiell jede Auffassung nach Bereichen erst lernen müßten, ist ein typisches Beispiel für jene oben bereits erwähnte Tendenz, nach welcher Eigenschaften des Sehens, die zu der als notwendig vorausgesetzten Mosaik- und Empfindungshypothese nicht passen, aus dem Einfluß sekundärer „psychologischer“ Faktoren zu erklären sind.

Diese zweite Art Ordnung wird es notwendig machen, daß auch jene erste vorher von uns besprochene Ordnung aus einem anderen Prinzip abgeleitet wird, als dem der anatomischen Absperrung von Einzelfunktionen. Augenärzte wie Guillery und manche Physiologen wie Hering, von Frey und Hofmann haben es ja bereits notwendig gefunden, Zusatzprinzipien zur Mosaikhypothese hinzuzufügen, die diese im Grunde aufheben, so die Kontrasterscheinungen und die gegenseitige Hilfe benachbarter Netzhauterregungen, die wir schon oben erwähnt haben. Aber dabei kann man nicht stehen bleiben. Vom Kontrast hat sich z. B. gezeigt, daß seine Aeußerungen nur im Rahmen von allgemeinen Ordnungsprinzipien der zweiten Art verstanden werden können, nämlich der Organisation oder Gestaltung des Sehfeldes, auf welche wir im Folgenden zu sprechen kommen.[36])

[36]) W. Benary: „Beobachtungen zu einem Exp. über Helligkeitskontrast.“ Psych. Fo. 5, 1924.

Nicht nur aus theoretischen Gründen, sondern erst recht mit Rücksicht auf Verhältnisse, wie sie bei vielen Sehschärfeprüfungen vorliegen, muß man beachten, daß die Bereiche, welche ausgesondert im Sehfeld auftreten, in sich keineswegs Kontinua zu sein brauchen. Nicht nur „Dinge" sind Fälle solcher ausgesonderten Bereichseinheiten, sondern ebenso „Gruppen" von Dingen, die sich spontan im Feld zusammenschließen. Die auffallendsten Sternbilder können als Beispiele dienen, ebenso aber auch Zusammenschließungen von Bäumen und Büschen in einem Park, oder von Punkten, Strichen und Flecken auf einem Blatt Papier. Gedanklich und geometrisch kann da jeder Einzelgegenstand mit jedem anderen oder jeder beliebigen Anzahl von anderen in Beziehung gebracht werden. Dergleichen ist jedoch nicht gemeint, sondern ein anschauliches Zusammengehören, nach welchem in günstigen Fällen ganz bestimmte Glieder sicher in einer bestimmten Gruppe liegen, andere ebenso sicher nicht, also entweder für sich bleiben oder in eine andere Gruppe gehören.

Derartige anschauliche Realitäten sind nun auf keinen Fall auf dem Boden der Mosaikhypothese zu verstehen. Und wenn dieser Sachverhalt hier in aller Kürze erörtert wird, so geschieht das vor allem auch deswegen, weil alle augenärztlichen Sehschärfeprüfungen ohne irgend eine Ausnahme mit kontinuierlich erstreckten Bereichseinheiten oder mit den zuletzt erwähnten Gruppengebilden operieren.

In allen diesen Fällen, denen, mit welchen die augenärztliche Untersuchung umgeht, wie denen der Sehfelder des gewöhnlichen Lebens, ist ein Verständnis des Gesehenen nur dann möglich, wenn die sogenannten psychophysischen Zustände des Hirnfeldes als funktionell in sich zusammenhängend aufgefaßt werden. Das soll heißen: Die zentralen Erregungen sind nicht so und so viele selbständige Erregungspunkte, sondern in einem prinzipiell durchgängigen Funktionszusammenhang des Gesamtfeldes sondern sich aus Gründen, die im Geschehen selbst liegen, bestimmte Bereiche zu relativer Selbständigkeit aus. Der besonders feste Zusammenhang innerhalb eines ausgesonderten Bereiches ist dann als die biologische Grundlage der Festigkeit einer anschaulichen Gestalt oder Gruppe im Sehfeld zu betrachten; die relative Verselbständigung solcher Bereiche gegenüber dem Gesamtgeschehen des ganzen Feldes ist als biologisches Korrelat der anschaulichen Aussonderung eines Sehdinges oder einer Gruppe von solchen aufzufassen. Eine Fülle von phänomenologischem Material zur Begründung dieser Thesen hat zuerst Wertheimer in einer Abhandlung aus dem Jahre 1923 gegeben,[37]) nachdem er bereits

[37]) Wertheimer: „Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt." Psych. Fo. 4, 1923.

im Jahre 1912[38]) aus einer speziellen Erscheinung den Schluß gezogen hatte, daß wesentliche Funktionen des Nervensystems nur als in Bereichen zusammenhängend gedacht werden dürften. Köhler hat 1919 gezeigt, daß diese Denkweise sich sehr wohl mit naturwissenschaftlichen Prinzipien vereinigen läßt.[39])

Daß die Ausbildung von Sehdingen und von Gruppen bestimmten Bereiches funktionellen Zusammenhang quer durch das Hirnfeld hin voraussetzt, daß aber mit größter Wahrscheinlichkeit sogar schon auf niedrigerem Niveau und vielleicht bereits im Nervengewebe des peripheren Auges ein derartiger Zusammenhang vorliegt, kann man sich am einfachsten klarmachen, wenn man feststellt, welche Regeln Gestaltung und Gruppenbildung befolgen. Es zeigt sich immer wieder, daß es dabei auf das gegenseitige Verhältnis lokaler Reizbeschaffenheiten zueinander ankommt. Ein gutes Beispiel hierfür sind die Tafeln von Stilling. In einer Fläche, die mit Kreisen von verschiedener Färbung bedeckt ist, schließen sich von selbst diejenigen zu einer Einheit zusammen, welche untereinander farbverwandter sind als irgendwelche von ihnen mit irgendwelchen anderen. So kann dann die betreffende Einheit mit ihrer charakteristischen Form, z. B. als eine Zahl, herausspringen und gelesen werden, aber natürlich nur von denjenigen Personen, für welche diese Mannigfaltigkeit wirklich unter sich ähnlichere Glieder enthält, während alle übrigen Kreise qualitativ stärker abweichen. Sobald durch ein Minus an verfügbaren Farbqualitäten, d. h. durch eine Farbenschwäche der betreffenden Art, der „Sprung" von der nahen Verwandtschaft in der einen Mannigfaltigkeit zu der stärker abweichenden Färbung ringsum und dazwischen schwindet, geht das betreffende Gebilde, etwa eine Zahl, in der Quasihomogenität der Gesamtfläche auf und existiert nicht mehr als Sehding.

Während in diesem Falle Färbungen, genauer gesagt Farbverwandtschaften und Farbverschiedenheiten, am auffälligsten die Gliederung des Sehfeldes bestimmen, tritt in anderen Fällen der Einfluß sonstiger Faktoren deutlicher hervor. So würde man Gruppenbildung auch bei gleicher Färbung sämtlicher Glieder erhalten, wenn die Abstände zwischen einigen von ihnen merklich geringer wären als die zwischen ihnen und den übrigen. Auf weitere maßgebende Faktoren als die der Verwandtschaft und des relativen Abstandes können wir hier nicht eingehen. Ihre Betrachtung ist jedoch an sich sehr wichtig, weil sie dem Psychologen zeigt, daß es keineswegs auf räumliche und qualitative Verhältnisse von je zwei Gliedern für sich ankommt, sondern auf das Gesamtgefüge der jeweils vorliegenden Beziehungen aller Arten.

---

[38]) Wertheimer: Ztschr. f. Psychologie, Bd. 61.
[39]) W. Köhler: „Die Physischen Gestalten." 1920.

Wir haben eben von Faktoren, die die Sehfeldgliederung beeinflussen, nur im Falle sogenannter Gruppierungen gesprochen, bei denen es sich also um Einheiten handelt, welche aus diskreten Gliedern bestehen. Die Grundeigenschaften der Sehfeldgliederung sind jedoch dieselben, wo sich Kontinua als Bereiche bestimmter Erstreckung aus dem Gesamtfelde aussondern. So ist es nicht selbstverständlich, daß ein einzelner, farbiger Kreis auf den vorhin erwähnten Prüfungstafeln als eine Untereinheit (in einer zahlförmigen Gruppe) gesehen wird, sondern wiederum eine Aeußerung des Umstandes, daß in sich homogene Bereiche sich absondern gegenüber Flächen anderer Färbung wie hier der Grundtönung der Tafel. Eine genauere Erörterung dieser Verhältnisse findet sich in einer Abhandlung von Köhler.[40])

Für unseren allgemeinen Gedankengang entscheidend ist nun die Tatsache, daß wir es hier — wie schon mehrfach erwähnt wurde — wiederum mit einer Ordnung im Wahrnehmungsfeld zu tun haben, aber durchaus nicht mit einer solchen, die durch Isolierung von lauter lokalen Einzelvorgängen gegeneinander verständlich gemacht werden könnte. Denn was heißt es, daß für die Gestaltung des Sehfeldes — so nennt man ja diese Art Ordnung in ihm — nicht die Beschaffenheit und die Lage der einzelnen lokalen Reizwirkungen je für sich maßgebend ist, sondern die qualitativen und die Lageverhältnisse der Reize untereinander? Es gibt sehr viele Fälle in der physikalischen Natur, von denen dasselbe gilt, wo also die innere Entwicklung eines Systems und die Zustände, die dabei erreicht werden, nicht von einzelnen, lokalen Außenbedingungen, sondern von den Beziehungen, dem Zueinander dieser Bedingungen bestimmt werden. Allemal handelt es sich dann um Systeme, deren Inneres funktionelle Kommunikation der Einzelgebiete, also Funktionszusammenhang in ausgedehntem Bereich zuläßt. Das ist ausnahmslos die Voraussetzung für Abhängigkeit der Systemzustände von den Verhältnissen zwischen lokalen, äußeren Bedingungen. Wo umgekehrt solcher innerer Funktionszusammenhang besteht, da haben wir auch stets eine Geschehensordnung zu erwarten, die sich von dem Zueinander der lokalen Außenbedingungen abhängig erweist.

Hieraus folgt für das Sehen des Menschen, daß wegen der Gliederung des Sehfeldes in ausgedehnte Sehdinge und Gruppen eine Aufteilung der optischen Gesamtfunktion in lokale, isolierte Einzelfunktionen schlechterdings unmöglich ist. Dann kann aber nicht wegen der oben zuerst besprochenen Ordnung, der Ordnung des Nicht-ineinander-Verschwimmens und der korrekten, relativen

[40]) s. o. S. 17, Ziffer 25: W. Köhler: „Bemerkungen zur Gestalttheorie." Psych. Fo. Bd. 11.

Lage der Einzelstellen, diese Hypothese von der Mosaiknatur des optischen Nervensystems und des optischen Geschehens weiter beibehalten werden. Vielmehr ergibt sich offenbar die Aufgabe, zu zeigen, wie auch bei Funktionszusammenhang zwischen den lokalen Bereichen jene Ordnung des Sehfeldes aufrechterhalten bleiben kann, zu deren Erklärung man die Mosaikhypothese eingeführt hat.

Nun war aber schon oben von einer sehr verbreiteten Ueberzeugung die Rede, welche es durch Jahrzehnte, ja man kann sagen durch Jahrhunderte fertig gebracht hat, die Entdeckung der Gestaltprobleme zu verhindern und die Mosaikhypothese gegenüber einer wahren Flut von Tatbeständen zu schützen, die ihr immerfort widersprechen. Nach dieser Ueberzeugung geht es im eigentlich sensorischen Teil des Nervensystems so zu, wie die Mosaikhypothese verlangt. Unglücklicherweise aber kann wenigstens der Erwachsene das nicht direkt feststellen, weil seine Wahrnehmungen durch hinzukommende Urteile, sonstige geistige Tätigkeiten und den Einfluß automatisch einwirkender früherer Erfahrungen radikal umgearbeitet werden. Noch heute gibt es kaum jemanden, der nicht, auf die Gestaltung des Sehfeldes, seine Gliederung in Sehdinge und Gruppen aufmerksam gemacht, diese Erscheinungen alsbald mit dem Hinweis auf den Einfluß von gedanklichen Beimischungen und allerhand früher erworbenem Wissen beiseite schieben möchte. Die neuere Psychologie hat deshalb einige Mühe darauf verwenden müssen, diesem anfangs so plausiblen Einwand zu begegnen und so den Weg für ihre neue Forschungsrichtung frei zu machen. Ueber das Ergebnis kann man etwa so referieren:

Daß schon in der frühen Kindheit die Sehdinge allmählich mit einer Fülle von sonstigen Erfahrungen ausgestattet werden, unterliegt nicht dem geringsten Zweifel. Daß auch die Gestaltung und Gliederung des Sehfeldes bis zu einem gewissen Grade solchen Einflüssen unterworfen ist, kann man ebenfalls zugeben. Dagegen scheint endgültig bewiesen zu sein, daß eine prinzipielle Zurückführung aller Gestalterscheinungen, auch der massivsten, auf solche sekundären Einwirkungen unmöglich ist, daß man also die Mosaikhypothese auf diesem empiristischen Wege nicht verteidigen kann. Wir zählen in aller Kürze einige der wichtigeren Argumente für diese Stellungnahme auf:

1. Auch gänzlich unbekannte und unbekannt bleibende Gebilde sondern sich als Sehdinge aus, wenn die betreffenden Bereiche und ihre Umgebung den oben erwähnten und anderen Bedingungen hinsichtlich der Reizkonstellation genügen.

2. Tiere, bei welchen die in einer solchen Erklärung vorausgesetzten indirekten Beeinflussungen kaum überhaupt in Frage kommen, haben ohne Zweifel vielfach Sehfelder mit im Prinzip derselben primären Gestaltordnung wie der Mensch.

3. Geläufigste Formen von Einzelgegenständen lassen sich dadurch rein optisch zum Verschwinden bringen, daß man die oben erwähnten Gestaltfaktoren mit allem Nachdruck g e g e n ihre Aussonderung im Sehfeld wirken läßt. Dann werden sehr viele fremdere Sehdinge gebildet und ohne weiteres als solche hingenommen, während die bekannteren Formen in ihnen sich auflösen, so daß sie als Sehdinge für den unbefangenen Betrachter nicht mehr existieren.

4. Wo ein wirklich festes, natürliches Gefüge im Sehfeld vorliegt, hat in bisherigen Experimenten auch stärkste Uebung in Richtung auf eine andere Feldgliederung nicht die Wirkung gezeigt, die man nach empiristischen Vorstellungen hätte erwarten müssen.

5. Schließlich hat sich bei näherem Durchdenken der empiristischen Deutung gezeigt, daß sie in ihrer radikalen Form allemal einen logischen Zirkel involviert, d. h. also stillschweigend eine primäre Gliederung des Feldes in wohlcharakterisierte Sehdinge schon voraussetzt, um dann anscheinend diese Gliederung durch die Einwirkung von Wissensbesitz verständlich zu machen.

A n m.: Für alle Einzelheiten vgl. die weiter oben auf S. 17 zitierten Schriften von W. Köhler und die dort angeführte Spezialliteratur.

IV.

Daß nur eine Funktionsart dem menschlichen Sehen zugrunde liegen kann, die als solche ganze Bereiche betrifft, sich also nicht in unabhängige, lokale Einzelfunktionen auflösen läßt, das folgt nicht allein aus dem Tatbestand einer Selbstgliederung des Sehfeldes in bestimmte Sehdinge und Gruppen von solchen. Andere Eigenschaften des Feldes führen auf dieselbe Folgerung.

Vor mehreren Jahrzehnten schon hat ja v o n E h r e n f e l s[41]) darauf aufmerksam gemacht, daß wir keineswegs alle qualitativen Beschaffenheiten eines Feldes angeben, wenn wir sämtliche in ihm auftretenden „Empfindungsqualitäten“ aufzählen, die sich allenfalls den einzelnen peripheren Reizungen zuordnen lassen. Ein Beispiel, das zwar nicht das Sehfeld betrifft, aber mit Recht als besonders instruktiv und unabweisbar angesehen wird, ist der Dur- und Mollcharakter von Akkorden oder Tonfolgen. Einzeltöne, die für sich und in Abhängigkeit von einem bestimmten Reiz den Dur- oder Mollcharakter aufweisen, gibt es nicht. Diese Be-

[41]) v. Ehrenfels: „Ueber Gestaltqualitäten.“ Vierteljahrsschrift für wissenschaftliche Philosophie 14, 1890.

schaffenheiten treten immer nur auf, wo Mehrheiten von Tonreizen in bestimmten Verhältnissen zueinander gegeben werden. Von Ehrenfels hat bereits darauf hingewiesen, daß solche „Gestaltqualitäten" (wie er sie nannte) von den sogenannten „Empfindungsqualitäten" auch dadurch in der Regel auffallend unterschieden sind, daß jene sich kaum oder gar nicht ändern, wenn die zugehörige Mannigfaltigkeit von Reizen, also etwa Tönen, durchweg in gleichem Maße, in gleichem Verhältnis verschoben wird. (Transposition.) Daraus geht besonders klar hervor, daß hier die Bindung an den Reizbestand wirklich eine ganz andere ist als im Falle der „Empfindungsqualitäten", die man sich ja einzeln an einzelne Reize gebunden denkt.

Man sieht nun sofort, daß Sehfelder dem Typus nach ganz ähnliche Beschaffenheiten aufweisen. Wenn wir ein Feld als klar oder als verworren, als fest oder als verschwommen bezeichnen, eine Mannigfaltigkeit uns als geordnet oder unordentlich erscheint, dann ist mit solchen Ausdrücken nicht etwa eine nur intellektuelle Beurteilung von optischen Tatbeständen gegeben, welche an und für sich nur „Empfindungsqualitäten" enthielten; es sind vielmehr durchaus anschauliche Charaktere gemeint, wiederum aber nicht solche, die sich einzeln einzelnen Reizen zuordnen ließen, sondern Eigenschaften, die jedesmal ausgedehnteren Bereichen zukommen, und in Abhängigkeit von bestimmten Reizverteilungen stehen.

Etwas konkreter wirken anfangs wohl diejenigen optischen Gestaltqualitäten, welche einzelnen ausgesonderten Bereichen oder Sehdingen eigentümlich sind, also z. B. „Plumpheit", „Schlankheit", „Zierlichkeit", und im einzelnen die anschaulichen Gesamtcharaktere von vielen Hunderten von Gebilden, mag es sich nun um die Rundheit von Kreisen, die Gedrungenheit von manchen Maschinen oder den weithin kenntlichen Bautypus von Apfelbäumen handeln. Solcher Bereichsbeschaffenheiten gibt es so unglaublich viele, daß Sehfeldbeschreibungen, welche alle möglichen „Empfindungsqualitäten" aufzählen, jene aber vernachlässigen würden, ein gänzlich inadäquates und viel zu armes Bild ergeben müßten. Im allgemeinen würden derartige Beschreibungen gerade die wichtigsten Eigenheiten der Felder und der Dinge in ihnen unterschlagen. Nun ist aber wiederum klar: „Plump" oder „rund" oder „hager" usw. — das sind lauter Beschaffenheiten, die nicht von einzelnen Reizen abhängen, sondern allemal von „Reizkonstellationen", wie sie ja auch die Eigentümlichkeiten von „Sehdingen" sind, deren Aussonderung auf Grund von bestimmten Reizverhältnissen im Felde geschieht. Offenbar ist es nicht möglich, das Auftreten solcher Bereichsqualitäten in Abhängigkeit von Reizkonstellationen anders zu verstehen als durch eine Prozeßart im Nervensystem, die jeweils ganze Bereiche betrifft und in

ihnen von dem Zueinander der Reizbedingungen bestimmt wird. Das heißt aber noch einmal, daß eine Auflösung des dem Sehen zugrunde liegenden Geschehens in einzelne gegeneinander isolierte und einzelnen Reizen zuzuordnende Lokalvorgänge dem wirklich vorliegenden Sachverhalt durchaus widerspricht.

Einen weiteren Gesichtspunkt, aus dem sich dieselbe Folgerung ableiten läßt, können wir ebenfalls in aller Kürze darstellen: Die Musik gibt uns wieder ein besonders klares Beispiel: Spielt man auf der Violine ein kleines Motiv, bestehend aus Tönen von C-Dur, und bricht dabei in geeigneter Weise mit dem Ton h ab, so erscheint die Tonfolge als unabgeschlossen; und das h ist der Träger einer ganz spezifischen dynamischen Tendenz, die auf Uebergang von h zu c hindrängt. Ein allein gegebenes h enthält von diesem Leittoncharakter gar nichts; nur in C-Dur, also in einem bestimmten Tonverband erwirbt das h diese Eigenschaft; in D-Dur hat sie statt des h die Note cis usw. Es zeigt sich also, daß nicht nur an Tonkomplexen als Ganzen bestimmte „Gestaltqualitäten" auftreten (vgl. oben), sondern daß in solchen Komplexen auch ihre Teile Eigenschaften annehmen, die sie ihrer Rolle in dem betreffenden Ganzen verdanken. Im Sehfeld macht man ganz entsprechende Beobachtungen: Wo zwei schwarze Linien unter spitzem Winkel zusammentreffen, ist der schwarze Treffpunkt „Ecke" oder „Spitze". Nicht das Schwarz dieser Stelle an und für sich hat eine solche Eigenschaft; denn es könnte ebenso gut einen indifferenten Bestandteil einer Kreiskurve ausmachen. Nur jene Lage in einem ausgesonderten Ganzen von bestimmten Eigenschaften weist dieser Stelle die Rolle und anschauliche Beschaffenheit einer Spitze zu. Ein ganz anderes Beispiel, das wir früher nur kurz erwähnt haben: Lokale Färbungen werden bekanntlich nicht nur durch „ihren" lokalen Reiz, sondern auch — und zwar oft recht erheblich — durch die Reizart in umgebenden Bezirken des Feldes bestimmt. Seitdem Hering gegenüber Helmholtz gezeigt hat, daß der Simultankontrast als eigentlich sensorische Erscheinung anzuerkennen ist und nicht auf der Einmischung „höherer" psychologischer Faktoren beruht, hätte ja die Mosaiktheorie des Sehfeldes im Grunde gar nicht mehr aufrecht erhalten werden können. Wenn einmal des Kontrastes wegen eine Beeinflussung lokaler Sehfeldbereiche durch ihre Nachbarn anerkannt werden muß, dann ist eben die These einer Isolierung der lokalen Erregungen gegeneinander überhaupt unhaltbar geworden, und man kann nicht so tun, als ob es im Sinne des Kontrastes wirksame Querverbindungen im optischen Nervensystem gäbe, in denen sich außer dem, was wir Simultankontrast nennen, kein anderer Einfluß geltend machte. Wenn es Kontrastbahnen gibt, dann gibt es keine unabhängige Lokalfunktion mehr; und wenn es diese nicht gibt, dann ist das dem Sehen zugrunde liegende Geschehen ein Geschehens-

zusammenhang, in welchem die lokalen Prozesse nicht mehr als unabhängig und selbständig angesehen werden dürfen.[42])

Oder weiter: Jedermann kennt die sogenannten geometrisch-optischen Täuschungen. Sie alle, ob es sich nun um Veränderungen von Ausdehnungen oder Richtungen handelt, folgen dem einen Prinzip, daß die lokale Beschaffenheit eines Figurteiles nicht allein von der räumlichen Verteilung und Lage der lokalen Reize, sondern ebensowohl von der Reizkonstellation des ganzen Figurbereiches überhaupt abhängt. Es ist ohne weiteres deutlich, daß wir aus diesem Prinzip abermals die gleiche Folgerung zu ziehen haben: Wenn die Verteilung der Reize und die Reizbeschaffenheit in einem ausgedehnteren Bereich Einfluß auf die lokale Beschaffenheit eines Gestaltteiles hat, dann kann die physiologische Grundlage dieses Gestaltteiles nicht ein lokaler Prozeß sein, der nur von der lokalen Reizart abhängt, also gegen den Einfluß von Nachbarreizen und Nachbarprozessen isoliert ist. Der lokale Prozeß muß vielmehr den unselbständigen und abhängigen Teil eines ausgedehnteren Prozeßgefüges darstellen. Das aber ist noch einmal dieselbe Schlußfolgerung über die Natur des optischen Geschehens.

Für das Problem der Sehschärfebestimmung wird eine Eigentümlichkeit der optischen Gestalten wichtig, die wir bisher noch nicht erwähnt haben. Im Jahre 1914 machte der dänische Psychologe Rubin[42]) zuerst auf sie aufmerksam. Wenn wir — wie in untenstehender Zeichnung Fig. 1 — eine Anzahl von parallelen

Fig. 1.

Linien in verschiedenen Abständen voneinander zeichnen, dann sehen die engeren Zwischenräume nicht ebenso aus wie die weiteren. Die engeren Intervalle nehmen sich nicht aus wie die indifferente, weiße Fläche ringsum, sondern bilden mit den beiden Linien links und rechts davon Gesamtfiguren, so daß diese Linien als die Grenzen gewissermaßen von schlanken Rechtecken wirken. Dabei erhalten diese Intervalle eine ganz andere Konsistenz wie die größeren Intervalle oder die neutrale Fläche ringsum. Sie sehen fest, substanziell aus, wie sie ja auch das Innere eines Sehdinges werden; man ist geneigt, zu sagen, daß dort „etwas“ ist, während die größeren Intervalle und die Umgebung „leer“, „locker“, „unsubstanziell“ wirken. Besonders instruktiv wirkt es, wenn man in einer solchen Zeichnung Zusammenschluß anstatt der näher benachbarten, viel-

[42]) E. Rubin: „Göttinger Kongreßbericht 1914“ und „Visuell wahrgenommene Figuren,“ Kopenhagen 1921.

mehr der weiter voneinander entfernten Parallelen dadurch herbeiführt, daß man die oberen und die unteren Enden dieser letzteren durch horizontale Linien verbindet. (Fig. 2.) Dann werden die

Fig. 2.

engeren Intervalle „leere Lücken", das Innere der breiten Rechtecke dagegen gehört nun zu diesen als Sehdingen und nimmt dabei die festere, substanzielle Konsistenz an, welche zuvor den engeren Intervallen zukam. Rubin spricht in solchen Fällen von dem Gegensatz zwischen „Figur"- und „Grund"-Charakter. Man sieht ohne weiteres, daß es sich abermals um Sehfeldbeschaffenheiten handelt, welche nicht von „Reizen" schlechthin, sondern von bestimmten Reizkonstellationen abhängen. Will man sich nun die ganz allgemeine Bedeutung dieser Erscheinung klar machen, dann kann man[43]) etwa so vorgehen, daß man das Innere der Rechtecke, die den Figurcharakter des Festen und Substanziellen haben, allmählich dunkler, d. h. der Umgrenzung ähnlicher werden läßt. Eine erste schwache Graufärbung verstärkt bereits den Figurcharakter merklich, und wenn man die Verdunkelung zunehmen läßt, so kommt das Innere der Rechtecke entsprechend deutlich als fest und figurenhaft in Gegensatz zu dem flauen, leeren Grund ringsum. Wenn die Rechtecke homogen schwarz geworden sind, dann ist die besprochene Wirkung am kräftigsten. Daß wir gerade Rechtecke als Beispiel gewählt haben, ist natürlich ohne Bedeutung. Mit jeder anderen, sich aussondernden Gestalt könnte man ebenso verfahren. So ergibt sich die These, daß jedes ausgesonderte, optische Gebilde, jedes Sehding, vom bloßen Sehraum durch eine höchst charakteristische Eigenschaft unterschieden ist. Für das Folgende ist eine etwas andere Betrachtungsweise dieses Sachverhaltes besonders wichtig: Die parallelen Linien unserer Zeichnung haben an und für sich den eben besprochenen Figurcharakter. Treten sie in Paaren zur Bildung von Gesamtgestalten zusammen, dann besteht im optischen Geschehen die Tendenz, den Zustand zwischen den zusammengehörigen Linien nicht auf das Niveau der sonstigen, gleichgefärbten Umgebung herabsinken zu lassen, sondern das Zwischenfeld auf das Figurniveau der Linien zu heben. Es leuchtet ein, daß dadurch in der eben besprochenen Hinsicht das Feldrelief einen einfacheren Verlauf annimmt. Recht praktisch und unmittelbar faßlich kann man das eben Gesagte auch dahin formulieren, daß Zeichnungsstriche und Druckformen das Sehfeld

[43]) Nach Köhler: Psychologies of 1930, Clark University Press 1930.

in seinen Eigenschaften nicht nur dort bestimmen, wo sie selbst lokalisiert sind, sondern daß sie auch an Lücken und offenen Stellen, wo nichts gezeichnet und nichts gedruckt ist, zu einer Art „Brückenbildung" Anlaß geben. Damit sind wir den Problemen der Sehschärfebestimmung schon recht nahe gekommen, doch hängen diese Probleme mit dem Inhalte unserer letzten Ausführungen wohl noch mannigfacher zusammen, als im Augenblick bereits klar werden kann. Jedenfalls muß diese Art „Brückenbildung" besonders wirksam werden, wo man — wie dies in der Praxis der Augenheilkunde geschieht — an Hand von Buchstaben — und sonstigen Sehproben Sehschärfeuntersuchungen vornimmt.

Nach alledem ist es nicht verwunderlich, daß beim Sehen des Menschen und besonders im Gebiet der Sehschärfebestimmungen wichtige Phänomene auftreten, die sich vom Boden der Mosaikhypothese aus nicht erklären lassen, während sie in vollem Einklang mit der geschilderten gestalttheoretischen Auffassung stehen, nach welcher optische Gebilde stets in einem Geschehen größeren Bereiches zustandekommen und deshalb die Teile der Gebilde sich innerhalb des größeren Gesamtgeschehens bestimmen.

V.

Die Begriffe, mit denen die einzelnen Wissenschaften operieren, stehen der unmittelbaren Erfahrung mehr oder weniger nahe. So ist z. B. der Begriff der Farbe ein recht erfahrungsnaher, ebenso der der Form; während der Begriff der Sehschärfe etwas indirekter mit unmittelbar konstatierbaren Phänomenen zusammenhängt.

Je weniger direkt ein Begriff aus der Erfahrung entnommen ist, desto größer ist oft die Gefahr, daß er doch behandelt wird, als müßte es einen einfachen Erfahrungstatbestand geben, der dem Begriff entspricht, und daß nun etwas unfruchtbare Diskussionen darüber zustandekommen, wie man mit dem Gemeinten wissenschaftlich umzugehen und es z. B. quantitativ festzustellen habe. Die ausgedehnte Erörterung darüber, mit welchem Verfahren und welchen Prüfungsobjekten die Sehschärfe eines Menschen „richtig" gemessen werde, kann als Beispiel hierfür dienen; und wie immer in solchen Fällen empfiehlt es sich, auf die Erscheinungen zurückzugehen, mit denen die Bemühungen um Messung der Sehschärfe und dieser Begriff selbst zuletzt zu tun haben.

Was wir Sehschärfe nennen, bezieht sich auf die Tatsache, daß alle Sehdinge, wenn sie in fortgesetzt kleinerem Maßstabe oder in immer größerer Entfernung dargeboten werden, zuletzt nicht mehr erkannt werden können, weil sie entweder ihre Beschaffenheit unter extremen Bedingungen der beiden eben angegebenen Arten verändern oder gar überhaupt unsichtbar werden. Bei verschiedenen Individuen liegt die Grenze, bei der diese Veränderungen (oder

dieses Verschwinden) auftreten, an verschiedenen Stellen der Verkleinerungs- oder Entfernungsskala. Insbesondere führen pathologische Umstände dazu, daß die Grenze früher und oft sehr viel früher erreicht wird, als es durchschnittlich bei gesunden Individuen der Fall ist. Die Bestimmung der Grenze in irgend einem Meßverfahren ist Messung der Sehschärfe. Sie kann in drei Zusammenhängen wichtig sein:

1. Für praktische (nicht eigentlich medizinische) Zwecke insofern, als die Aspiranten für eine Anzahl von Berufen in der betrachteten Hinsicht nicht zu schlecht gestellt sein dürfen.

2. In der medizinischen Praxis insofern, als Herabsetzung der Leistung auf diesem Gebiet ein wichtiges Symptom bei Erkrankungen, und zwar nicht nur des Auges, sondern — wie man kaum genügend betonen kann — auch des Nervensystems mit Einschluß von kortikalen Feldern darstellt.

3. In der allgemeinen, rein theoretisch orientierten Erforschung des menschlichen Sehens, insbesondere, wo es sich um Fragen handelt, die die Natur der optischen Prozesse und ihre histologischen Grundlagen betreffen.

Am wenigsten Schwierigkeiten und Streitigkeiten sollte es bei Sehschärfebestimmungen geben, die aus dem erstgenannten Interesse heraus erfolgen. Denn in diesem Falle ist es ja nicht besonders wichtig, worauf jene Grenze, die man die Sehschärfe eines Menschen nennt, jedesmal funktionell zurückgeht. Es würde genügen, eine hinreichende Anzahl von Beispielen für solche Anforderungen, wie sie in den betreffenden Berufen erforderlich sind, unter Variation von Größe und Entfernung durchzuprüfen, die Ergebnisse für die betreffende Person statistisch zusammenzuziehen und mit einem Grenzwert zu vergleichen, der sich in dem betreffenden Beruf als nicht zu unterschreitende Mindestanforderung herausgestellt hat. Das wäre also ein Verfahren ähnlich dem der sogenannten Intelligenzprüfungen, bei welchen man sich ja auch kaum darum kümmert, wie es bei mehr oder weniger intelligentem Verhalten funktionell wirklich zugeht, und deshalb so äußerlich-statistisch vorgehen kann, wie es eben erörtert wurde.

Handelt es sich um eine der beiden anderen Fragestellungen, so wird man viel anspruchsvoller sein wollen. Denn in diesen beiden Fällen sollen ja bestimmte, pathologisch gestörte oder normale Funktionen untersucht werden. Daraus folgt, daß die Grenzbestimmungen wirklich auf diejenigen Funktionen gehen müssen, die man jeweils prüfen will. Und da zeigt sich denn sofort, daß man verschiedene Wege einschlagen wird, je nachdem, was man 1. überhaupt vom optischen Geschehen denkt oder unausgesprochen voraussetzt, was man 2. als die entscheidende funktionelle Ursache für das Auftreten jener Grenze ansieht. Der ophthalmologische Streit um die wahre Sehschärfebestimmung spiegelt insofern einfach un-

seren Mangel an Kenntnis entscheidender physiologischer Sachverhalte wieder. Da man bisher dem Mangel an solchen Kenntnissen durch Konstruktionen des Sachverhaltes, wie er natürlicherweise sein müsse, abzuhelfen suchte, so wird der Streit solange kaum geschlichtet werden können, wie man nicht zunächst den empirischen Weg einschlägt, also zu erforschen sucht, was einmal die klare Gegebenheit eines Sehdinges, und was zweitens sein Unkenntlichwerden an der Grenze funktionell bedeuten.

In dieser Hinsicht ist nun die Psychologie während der letzten 20 Jahre ein Stück vorangekommen, und wenn wir auch von einer wirklich zureichenden Vorstellung des optischen Geschehens noch weit entfernt sind, so haben wir doch wenigstens soviel Einblick gewonnen, daß dadurch die Unhaltbarkeit der Anschauungen, welche gewöhnlich Erörterungen über Sehschärfe und Sehschärfemessung zugrunde liegen, recht deutlich geworden ist. Zugleich hat sich auf diesem Wege weitere Aufklärung der beteiligten Eigenschaften des optischen Geschehens als unbedingt erforderlich erwiesen, und der Zweck dieser Darstellung ist nicht zum wenigsten der, die Augenärzte zu gemeinsamer Fortsetzung solcher Untersuchungen aufzufordern.

Was die neuere Psychologie hierzu beisteuern kann, versuchen wir jetzt im Anschluß an die obigen Auseinandersetzungen über Gliederung des Sehfeldes kurz darzustellen. Dabei wird im Interesse eines wirklich empirischen Vorgehens eine Scheidung zwischen peripherem Vorgang, wie er notwendig beschaffen sein müsse, und zentraleren Beiträgen nicht von vornherein vorgenommen.[44]) Im psychologischen Experiment über solche Fragen ergeben sich Aussagen über Wahrnehmungsbeschaffenheiten, Nochwahrnehmen oder Nichtmehrwahrnehmen, denen die Gesamtfunktion eines ausgedehnten Sektors des Nervensystems zugrunde liegt, und zwar so, daß in vielen Fällen die Scheidung eines peripheren und eines zentralen oder gar rein „psychologischen" Anteils zunächst recht willkürlich sein wird.

Von einer Aufteilung des in solchen Versuchen jeweils vorliegenden Wahrnehmungsfeldes in einzelne Punkte (Mosaikhypothese) kann nach der obigen Darstellung erst recht keine Rede sein; ist doch bisher nicht einmal bewiesen, daß auch nur in der Retina die eigentlich physiologischen Vorgänge wirklich streng unabhängig voneinander verlaufen.

Beachtet man den ersten dieser beiden Gesichtspunkte, so ergibt sich, daß es sehr gefährlich ist, wenn so häufig unerwartete Befunde bei Versuchen zur Theorie der Sehschärfe auf den Einfluß „höherer psychischer Faktoren" zurückgeführt und damit als für die „eigentliche" Sehschärfe belanglos hingestellt werden. Wir haben

[44]) Vgl. oben S. 4 ff.

gesehen, daß das zu geschehen pflegt, weil man über die Grundnatur des Sehens bestimmte Voraussetzungen macht, denen solche Befunde widersprechen. Treffen diese Voraussetzungen nicht zu, dann könnten diese Befunde ebensowohl charakteristisch für eine freilich recht andere Natur des optischen Geschehens sein, wären also durchaus nicht auf akzessorische „psychische" Momente zurückzuführen.

Ist es also nicht mehr zulässig, diejenigen Erfahrungen, welche der Mosaikhypothese widersprechen, von vornherein auf den Einfluß von sekundären psychischen Faktoren zurückzuführen und damit aus dem eigentlichen Untersuchungsgebiet der Ophthalmologie auszuschalten, so wird damit der zweite der oben angeführten Gesichtspunkte besonders wichtig: Anstelle der Mosaikhypothese muß die Annahme einer Funktionsart treten, die im allgemeinen zusammenhängende Bereiche des optischen Nervensystems betrifft. Das bedeutet aber die Aufhebung von Voraussetzungen, die für die Anlage der klassischen Sehschärfebestimmungen maßgebend gewesen sind und bis auf den heutigen Tag die Problemlage nicht leicht deutlich erfassen lassen.

Snellen konstruiert seine Buchstaben so, daß sie untereinander gleichwertig werden sollen, nach einem Prinzip, welches nur bei Zugrundelegung der Mosaikhypothese anwendbar ist. Welcher Buchstabe immer gewählt wird, er soll sich unter dem Sehwinkel von fünf Minuten abbilden, und seine Strichdicke soll überall dem Sehwinkel von einer Minute entsprechen. Wäre das Sehen eines Buchstabens korrekt aufzufassen als Sehen, Richtigsehen und Sichabheben von Elementen des Gesamtgebildes, die unabhängig voneinander zur Geltung kommen, dann wäre das wohl der richtige Weg. Handelt es sich aber in Wirklichkeit um ein Geschehen, das mindestens größere Teile solcher Gebilde auf einmal, ja sie als ganze und womöglich auch noch angrenzende sowie umschlossene Bereiche betrifft (die man nicht zum Buchstaben selbst zu rechnen pflegt), dann wird das Snellensche Konstruktionsprinzip vergeblich angewandt und muß an der Sache vorbeiführen. Denn dann ist die Art, wie lokale Gebiete eines Buchstabens gesehen werden, ja auch davon abhängig, wie die übrigen Teile des Gebildes relativ zu jenen ersten gelagert sind und dgl. mehr. Das Snellensche Konstruktionsprinzip läßt also Faktoren außer acht, die für Erkennen und Erkennbarkeit eines Buchstabens äußerst wichtig sind.

Es wäre nun ein wahres Wunder, wenn eine solche Sachlage sich in den Untersuchungen der Augenärzte gar nicht geltend gemacht hätte. In Wirklichkeit gibt es denn auch genug Befunde, welche unsere Auffassung durchaus bestätigen.

Natürlich bedarf es dazu nicht notwendig der Buchstaben als Prüfungsobjekte. Im Gegenteil werden die Beobachtungen noch eindeutiger ausfallen, wenn es sich um übersichtlichere Verhältnisse

handelt als sie bei Buchstaben vorliegen. Damit kommen wir zunächst auf bereits früher kurz Erwähntes zurück.

Als Exner[45]) bereits vor über 30 Jahren feststellte, daß ein Quadrat, welches durch Verkleinerung des Sehwinkels zum Verschwinden gebracht war, dadurch wieder sichtbar wurde, daß man ein gleiches Quadrat an das erste ansetzte, war noch der Einwand möglich, daß eine gegenseitige Unterstützung der beiden „Lichtflächen" die Erscheinung erkläre.

Aber ganz ähnliche Ergebnisse finden sich schon viel früher bei Bergmann (1858)[46]), der auch noch beobachtet, daß bei gleicher Breite längere Rechtecke und Linien auf größere Entfernungen zu erkennen sind als kürzere. Aubert[47]) bespricht diese Erscheinung genauer, Pergens hat sie bestätigt und Hofmann[48]) legt ihr große Bedeutung bei. Er hält solche Tatsachen nicht für hinreichend erklärt durch die Uebereinanderlagerung der Aberrationszonen in der Längsrichtung der Rechtecke. Mindestens eine gegenseitige Verstärkung benachbarter eigentlich physiologischer Prozesse kommt ihm u. a. nach den Versuchen von Exner äußerst wahrscheinlich vor, da dieser solche Erscheinungen auch unter Umständen feststellen konnte, wo die Erklärung durch Superposition von Aberrationsgebieten nicht mehr möglich war.[49])

Exner selbst war schon kühn genug, aus diesem Grunde die Mosaikhypothese im Prinzip aufzugeben, und zwar sogar schon für das Gewebe der Netzhaut selbst. Denn er glaubte, daß die nervösen Querverbindungen in der Retina mit der Erscheinung zu tun hätten und das besagt ja, daß es sich nach ihm schon im peripheren Organ um zusammenhängende Bereichsfunktionen handeln sollte, die man nicht in lokale Einzelprozesse auflösen könnte.

Es ist danach fast selbstverständlich, daß eine Sehschärfeprüfung, die mit verschiedenen Buchstaben vorgenommen wird, auch bei gleicher Größe und nach Snellen gleicher Konstruktionsart dieser Objekte recht verschieden ausfallen muß, je nachdem, um welchen Buchstaben es sich handelt, welche Form also gerade vorliegt. Sie werden aus recht verschiedenen Entfernungen erkannt. Das hat Guillery[50]) gezeigt, indem er die Beobachtung machte, daß man bei Annäherung an die Tafel nicht alle Buchstaben gerade einer Reihe von gleicher Größe zugleich erkennt, und daß die am

---

[45]) s. o. S. 21, Ziffer 33: Exner: „Studien auf dem Grenzgebiet des Sehens", Pflügers Archiv 73, 1898.

[46]) Zitiert nach Hofmann: „Raumsinn des Auges", S. 26.

[47]) Aubert: „Physiologie der Netzhaut", s. o. Ziffer 5.

[48]) Hofmann: „Physiologische Optik", s. o. Ziffer 32.

[49]) Vgl. Hofmann: „Raumsinn des Auges", S. 25 u. 99.

[50]) s. S. 1, Ziffer 2: Guillery: „Sehschärfe" in Bethes Handbuch d. norm. u. path. Phys.

günstigsten geformten Buchstaben geringerer Größe (also einer anderen Reihe) zugleich mit den „schwierigeren" einer Reihe von größerem Maßstabe klar werden.

Trotzdem kann man sich eines gewissen Erstaunens nicht enthalten, wenn man die Meßergebnisse von Gebb und Löhlein[51]) betrachtet, die bei sehr vielen Prüfungszeichen ihre Beobachter aus großem Abstand solange allmählich herantreten ließen, bis die Zeichen korrekt angegeben werden konnten. Die Unterschiede der Grenzsehwinkel für verschieden geformte Zeichen sind oft ganz gewaltig. Wenn aber die Form der Objekte, d. h. objektiv gesprochen: die Lage ihrer Teile zueinander, einen so großen Einfluß auf ihre Erkennbarkeit und damit auf die an ihnen festgestellte Sehschärfe eines Menschen hat, dann ist damit bereits erwiesen, daß das optische Geschehen und seine als Sehschärfe bezeichnete Leistungsgrenze nicht auf das Verhalten von lokalen Einzelprozessen zurückgeführt werden kann, die ja von ihrer Lage relativ zueinander unabhängig verlaufen sollten. Alle Form im anschaulichen Sinn des Wortes ist Gestalterscheinung und summativ aus dem Nebeneinander in einem Empfindungsmosaik nicht zu verstehen. Wenn also die im konkreten Fall gefundene Sehschärfe eine Funktion der Form ist, dann sind auch Sehschärfeprobleme vom Standpunkt der Mosaikhypothese nicht korrekt zu behandeln.

Gebb und Löhlein machen aber noch eine weitere, auffallende Beobachtung: Ihre Versuchspersonen konnten zu den Normalsichtigen gerechnet werden. Trotzdem stellte sich heraus, daß oft die Entfernungen, bei denen sie ein und dasselbe Zeichen zu erkennen vermochten, außerordentlich verschieden ausfielen. Es ist üblich, im Sinne der Mosaikhypothese die Ergebnisse von Sehschärfeprüfungen auf das Mosaik der Zapfenverteilung, den Querschnitt und die Dichte der Zapfen zu beziehen. Man kann doch kaum annehmen, daß zwischen Versuchspersonen von Gebb und Löhlein in dieser Hinsicht so gewaltige Unterschiede bestanden haben.[52])

Dies alles hätte sich freilich theoretisch mehr oder weniger voraussagen lassen. Jede sogenannte geometrisch-optische Täuschung zeigt, daß die Größe, die Richtung usw. eines Figurteiles in hohem Maße von umgebenden Figurteilen abhängig sein kann. Nun sind die Täuschungsmotive ganz außerordentlich variierbar in dem Sinne, daß man an jeder bekannten Täuschungsfigur eine Fülle von Aenderungen vornehmen kann, ohne daß dabei der

---

[51]) Gebb und Löhlein: „Zur Frage der Sehschärfebestimmung", Arch. f. Augenheilkunde LXV, 1910.

[52]) Die in verschiedenen Augen gemessenen Zapfendimensionen weichen freilich stark voneinander ab, aber wohl nicht hinreichend für eine Erklärung der Versuchsergebnisse von Gebb und Löhlein.

Tatbestand einer Täuschung überhaupt aufgehoben wird. Im ganzen ergibt sich dabei, daß man kaum irgend welche Gebilde an andere ansetzen oder nahe an sie heranbringen kann, ohne daß bereits wechselseitige Beeinflussungen irgend eines Ausmaßes erfolgen. Das ist gestalttheoretisch sehr verständlich, macht es aber natürlich unmöglich, ein Sehding als Aggregat von sehr vielen, sehr kleinen gegeneinander indifferenten Elementarsehdingen zu betrachten. Es ist nun anzunehmen, daß die Grenze, die man als Sehschärfe bezeichnet, zum Teil dadurch zustande kommt, daß beim Zusammenrücken der Teile eines Gebildes, welches sich sehr klein abbildet, mancherlei gegenseitige Beeinflussungen dieser Teile stark zunehmen. Ist das der Fall, dann werden diese Beeinflussungen je nach der Lage der Gebildeteile zueinander früher oder später, bei verschiedenem Gesamtsehwinkel, also auch bei verschiedenen Abständen der Versuchspersonen die „normale" Gestaltung und damit die Erkennbarkeit aufheben.

Hieraus ergibt sich freilich eine Folgerung, zu der wir immer wieder geführt werden, wo es sich um Gestaltphänomene handelt: Es wird unmöglich, das Sehschärfeproblem, wie es sich gegenüber irgend welchen konkreten und im praktischen Leben wichtigen Objekten ergibt, auf ein Elementarproblem zurückzuführen, welches gegenüber einer ideal-einfachen Reizkonstellation, z. B. an Punkten und Punktpaaren, übersichtlich und schlüssig zu behandeln wäre, denn das Problem im Falle eines komplizierten Objektes kann ja nicht als so und so viel mal nebeneinander der gleiche Elementarsachverhalt betrachtet werden. Ganz streng genommen würde es eigentlich nur eine Sehschärfe für je ein Objekt geben, und Ergebnisse an einem als einfach bevorzugten Gegenstand würden nicht ohne weiteres Folgerungen für einen anderen „zusammengesetzteren" zulassen.[53])

Es soll keineswegs geleugnet werden, daß auch aus der Mosaikhypothese eine gewisse Begrenzung der Sehleistungen im Sinne der Sehschärfebestimmung abgeleitet werden kann; daß z. B. ein sehr kleiner Punkt, dessen Helligkeit sich nicht zu stark von der seiner Umgebung unterscheidet, überhaupt unsichtbar wird, könnte unter Berücksichtigung der Unschärfe aller retinalen Abbildungen ohne weiteres auf diese Art erklärt werden, und wir brauchen das nicht erst aufzuführen, da die betreffenden Ueberlegungen bekannt genug sind.

Von dem Auflösungsvermögen und seiner Begrenzung gilt dasselbe. Wenn man, wie es z. B. Hofmann[54]) tut, die Lichtflächen für dicht nebeneinander abgebildete Objekte betrachtet, so

[53]) Vgl. dazu auch Hofmann: „Raumsinn des Auges", S. 34, der die gleiche Folgerung zieht.

[54]) s. Ziffer 53: „Raumsinn des Auges", S. 28 ff.

überlagern sich ja diese Lichtflächen im Zwischengebiet, auf welches bei ideal gedachter Abbildung überhaupt kein Licht fallen sollte. Werden nun auf diese Weise die Zapfen des Zwischengebietes so stark gereizt, daß die Erregungen hier nicht merklich schwächer ausfallen, als im Bereich der von Aubert so genannten „Kernbilder", dann gibt es schon aus rein peripheren Gründen keine Trennung der beiden Objekte, also keine Auflösung mehr.

Es kann gar nicht bezweifelt werden, daß die bei dieser Erklärung vorausgesetzten Verhältnisse objektiv gegeben sind, also auch nicht, daß die Auflösungsgrenze zu einem Teil auf die angegebene Art bestimmt wird. Dagegen bleibt es ungewiß, ob dieses Prinzip die betrachtete Erscheinung vollständig ableiten läßt. Schon Exners[55]) früher erwähnten Versuche machen in dieser Hinsicht bedenklich.

Eine besonders scharfe Prüfung wird diese Erklärung in Versuchen erfahren, bei denen das Auflösungsvermögen etwa gegenüber zwei benachbarten, parallelen Linien zuerst in einer bestimmten Entfernung des Beobachters und dann in anderen Entfernungen bei entsprechender Verlängerung und Verdickung der Linien geprüft würde. Unter diesen Umständen könnten die retinalen Verhältnisse in den verschiedenen Fällen als sehr gut identisch betrachtet werden, sofern nicht der Wechsel der Akkommodation zu einer bedeutenden Aenderung in der Ausdehnung der Lichtflächen führt. Hiernach also hätte man, in Sehwinkeln gerechnet, konstantes Auflösungsvermögen unabhängig von der Entfernung des Beobachters zu erwarten. Bekanntlich sehen aber größere Konstellationen in der größeren Entfernung keineswegs ebenso wie die kleineren in kleinerer Entfernung, sie sehen vielmehr trotz gleicher Netzhautbilder bedeutend größer aus und innerhalb gewisser Grenzen der Entfernungsvariation erscheinen sie sogar annähernd so groß, wie bei der Betrachtung aus der kleinen Entfernung.

Die vorliegende Literatur läßt nicht mit vollkommener Sicherheit entscheiden, ob diese Erscheinung der „Sehgrößenkonstanz" von Einfluß auf den Ausfall solcher Bestimmungen des Auflösungsvermögens ist.

Nach den Voraussetzungen der üblichen Sehschärfeprüfungen sollte es gewiß nicht der Fall sein. Nach ihnen müßte auf alle Fälle der Sehwinkel entscheiden, und sogar die Definition der Sehschärfe als eines Quotienten aus zwei Distanzen vom Objekt setzt ja voraus, daß die absolute Entfernung und die absolute Größe des Prüfungsobjektes ohne Einfluß ist, indem es eben nur auf den Abbildungswinkel ankommen soll. Daß diese Voraussetzung, welche die retinale Abbildung allein für die Sehschärfe verantwortlich

[55]) s. oben Ziffer 33: Exner: „Studien auf dem Grenzgebiet des Sehens", 1898.

macht, nicht als selbstverständlich betrachtet werden darf, ist nach der Entdeckung von Aubert und Förster[56]), ihrer Nachprüfung durch Jaensch[57]), ferner den Versuchen von Jacobsohn[58]) und denen von Schwarz[59]) vollkommen klar geworden. Ausdehnung richtet sich eben bei wechselndem Abstand des Betrachters bei weitem nicht allein nach der Ausdehnung der retinalen Abbildung.

Außer dem Verschwinden von Objekten bei kleinster Abbildung und der Begrenztheit des Auflösungsvermögens unter denselben Umständen könnte man noch eine weitere Erscheinung unmittelbar aus der Mosaikhypothese ableiten wollen, die nämlich, daß sehr entfernte und klein abgebildete Gegenstände fast unabhängig von ihrer objektiven Form als verwaschene Flecke oder Punkte gesehen zu werden pflegen.[60]) Wenn nämlich schließlich nur ein Zapfen oder eine sehr kleine Anzahl von solchen hinreichend gereizt wird, dann wird (für die Mosaikhypothese) verständlicherweise eine solche Reizung nicht mehr genügend bestimmte Daten zur Festlegung jeweils besonderer Formen enthalten. Es erscheint jedoch fraglich, ob mit dieser Erklärung allein durchzukommen ist. Von allem übrigen abgesehen, kann man ja auf diese Art nicht klar ableiten, wieso die betreffenden Wahrnehmungen nicht nur, relativ unabhängig von der objektiv gegebenen Form, einander so ähnlich werden, sondern außerdem auch in ihrem anschaulichen Charakter unmittelbar den Aspekt des Unadäquaten, „so noch nicht richtig Entwickelten" an sich tragen. Dies ist eine der merkwürdigsten Erscheinungen des ganzen Gebietes. Ein weit entfernter, diffus erscheinender Fleck, der eben von uns besprochenen Art sieht nicht ebenso aus wie ein wirklich verschwommen und unscharf gegebenes Gebilde in der Nähe. Schapp[61]) hat wohl zuerst auf diesen

[56]) Aubert-Förster: „Beiträge zur Kenntnis des indirekten Sehens." Arch. f. Ophthalm. 3, 1857.

[57]) Jaensch: „Zur Analyse der Gesichtswahrnehmungen." Psych. Ztschr., Erg.-Bd. 4, 1909, und „Ueber die Wahrnehmung des Raumes", Ztschr. f. Psychologie, Erg.-Bd. 6, 1911.

[58]) Jacobsohn: „Ueber die Erkennbarkeit optischer Figuren bei gleichem Netzhautbild und verschiedener scheinbarer Größe." Ztschr. f. Psych. 77.

[59]) G. Schwarz: „Ueber konzentrische Gesichtsfeldeinengung bei psychisch Normalen", Neue psych. Studien, Bd. 6, II/Krüger.

[60]) Vgl. dazu:

a) Pergens: „Untersuchungen über das Sehen", Ztschr. f. Augenhkde. 9, 1903.

b) F. B. Hofmann: „Ueber das Formensehen", Marburger Kongreßbericht 1922.

c) Bericht über d. VI. Kongreß f. exp. Psychologie in Göttingen, 1914, Goldschmidts Versuche.

[61]) Schapp: „Beiträge zur Phänomenologie der Wahrnehmung."

Sachverhalt in etwas allgemeinerer Form aufmerksam gemacht. Er gehört zu den vielen deskriptiven Befunden, an denen die Konstruktion des älteren Sehschärfebegriffs mit ihrer einseitigen Betonung geometrisch optischer und retinal histologischer Verhältnisse zu schnell vorbeigeht.

VI.

Einer der wichtigsten Gesichtspunkte, die die gestaltpsychologische Betrachtungsart zum Thema der Sehschärfe beizutragen hat, ist mit dem von Rubin[62]) zuerst klar hervorgehobenen Gegensatz von Figurbereichen gegeben. Alle in Sehschärfeprüfungen verwandte Gebilde oder Zeichen sind in diesem Sinne Figuren, d. h. sie heben sich als festere Bereiche im Sehraum heraus, sie erwerben — wie wir früher sahen — im dynamischen Wechselverkehr des optischen Geschehens eine besondere Geltung.

Eine erste Folgerung hieraus besteht darin, daß auch ein anschaulich gegebener Punkt im Rubinschen Sinne eine Figur darstellt. Denn ein etwas größerer Kreis, der sich farbig irgendwie von seiner Umgebung unterscheidet, hat jedenfalls diesen Charakter. Er verliert ihn nicht, wenn sein Durchmesser abnimmt; und beim stetigen Uebergang zu dem, was wir einen Punkt nennen, büßt dieser das auszeichnende Moment der Festigkeit in Abhebung vom bloßen Grund keineswegs ein. Es ist danach nicht berechtigt, wenn gelegentlich von Punkten im Sehfeld so gesprochen wird, als seien sie etwas prinzipiell anderes als Buchstaben, Zahlen oder sonstige größere und komplexere Zeichen.

Zugleich wird man darauf aufmerksam, wie verfehlt es ist, das Sehfeld, wie es der Mosaikhypothese entspricht, als ein Nebeneinander von vielen „Punkten“ zu behandeln. Ein wirklicher Punkt ist eben ein ganz charakteristisches Sondergebilde, zu dessen Entstehung eine bestimmte Art von inhomogener Reizverteilung gehört. Ist auf homogenem Grunde ein einzelner anders gefärbter Punkt gegeben, so ist es reine Fiktion, wenn man sich auch den umgebenden Grund „aus Punkten zusammengesetzt“ denkt; denn für das nervöse Geschehen, wohl schon in der Netzhaut, liegen im Bereich des wirklichen Punktes und seiner Begrenzung ganz andere funktionelle Verhältnisse vor, als dort, wo die Reizung homogen ist. Zu einem Punkt wie zu jeder Figur gehört funktionell die Erscheinung des Sichabsetzens bei gleichzeitiger, innerer Festigung.

Wenn man das eingesehen hat, dann wird man etwas unsicher, ob das häufig beobachtete, zeitweilige Verschwinden und unter ungünstigsten Umständen das permanente Unsichtbarwerden von Punkten nur darauf beruht, daß die betreffenden Elementar-

[62]) s. oben Ziffer 42: Edgar Rubin: „Visuell wahrgenommene Figuren.“

rezeptoren im gewöhnlichen Sinne unzureichende Reizung und Erregung erfahren.

Die psychologischen Erfahrungen auf diesem Gebiet legen die Vorstellung nahe, daß für die Aussonderung eines kleinen oder großen Bereiches als Figur ein bestimmter Aufwand von Energie erforderlich ist, so als leiste ein anfangs homogener Feldbereich gegen seine Unterbrechung gewissermaßen Widerstand. Wenn das auch von Punkten als Figuren gilt, dann würde also das zeitweilige Untertauchen und das dauernde Verschwinden von Punkten auch im Zusammenhang des Feldgeschehens und nicht nur durch unzureichende Erregung von Einzelorganen bewirkt werden können. Diese Vermutung gewinnt an Wahrscheinlichkeit außerordentlich durch die Beobachtung von S. Liebmann[63]), daß selbst ausgedehnte Figuren, deren bunter Farbton von dem ihrer Umgebung sehr kräftig verschieden ist, leicht von dieser Umgebung vollkommen „verschluckt" werden, wenn zwischen ihnen und der Umgebung kein Helligkeitsunterschied besteht. Wir haben also in Sehfeldern oder besser in ihren biologischen Grundlagen mit einem Druck auf Homogenität zu rechnen, der seiner Natur nach offenbar Angelegenheit des Feldzusammenhanges ist und deshalb bei Betrachtung von lauter Einzelerregungen und Einzelrezeptoren übersehen werden muß.

Anm.: Weshalb gerade Helligkeitsunterschiede gegenüber der Umgebung so wesentlich für die Stabilität von Figurbereichen sind, läßt sich noch nicht sagen.[64]) Sie sind es aber auch insofern, als bei nicht zu großem Sehwinkel der Gebilde Figur und Grund geradezu ineinander zu verschwimmen beginnen, wenn zwischen ihnen kein Helligkeitsunterschied besteht. Es leuchtet ein, daß die hiermit gegebene Leistungsverschiedenheit von Farbenunterschieden einerseits und Helligkeitsunterschieden andrerseits auch für die Theorie der Sehschärfe von größter Bedeutung werden kann.[65])

Man geht wohl nicht fehl, wenn man mit dem Verschwinden von Punkten auch die weitere Erscheinung in Zusammenhang bringt, die in dem spontanen Zerfallen von gewissen Figuren bei Abbildung unter kleinem Gesichtswinkel besteht.[66])

---

[63]) s. Liebmann: „Ueber das Verhalten farbiger Formen bei Helligkeitsgleichheit von Figur und Grund", Psych. Fo. Bd. 9, bes. S. 312 f.

[64]) Ueber eine naheliegende, aber doch unzutreffende Vermutung vgl. Liebmann, oben S. 73, Ziffer 63, S. 337 f.

[65]) Vgl. hierzu die neuen Untersuchungen von Koffka und Harrower in Psych. Fo. Bd. 15, 1931, in denen diese Beziehung wesentlich geklärt worden ist.

[66]) s. a. später den Schluß dieser Arbeit.

Wenn nämlich Figurbereiche nur gegen einen Druck des umgebenden Feldes auf homogenen Zusammenschluß aufrecht erhalten werden, so ist es sehr wohl denkbar, daß dieser Druck an schwachen Stellen für Augenblicke oder für länger den Bestand der Figur durchbricht.

Schließlich sei auch noch daran erinnert, daß einem Punkte, der wirklich anschaulich als winzige Figur gegeben ist, in einer größeren Figur keineswegs eine große Anzahl seinesgleichen korrespondiert. Denn ein anschaulicher, im optischen Geschehen wirklicher Punkt ist ringsum gegen Grund abgesetzt. In einer ausgedehnteren Figur aber gibt es Punkte in diesem Sinne gewöhnlich überhaupt nicht, sondern nur entweder Stellen, die ohne Absetzung und deshalb nicht als Punkte im Inneren des Figurkontinuums liegen, oder andere, die nach einer Seite — in Linien oder Strichfiguren allenfalls zwei Seiten — Grenze bilden, also abgesetzt sind, aber sonst, nach innen also, ohne Abgrenzung im festen Kontinuum aufgehen.

Die Unterscheidung von Figur und Grund erhält für den Augenarzt ein besonderes Gewicht dadurch, daß sich auf sie die allgemein gebräuchliche, ältere Unterscheidung zwischen einem „Minimum visibile" und einem „Minimum separabile" zurückführen läßt. Diese Begriffstrennung erscheint nämlich vom Standpunkt der gegenwärtigen Wahrnehmungspsychologie durchaus gerechtfertigt, und die älteren Autoren haben sich, als sie die Trennung einführten, unbefangen von einem phänomenalen Gegensatz bestimmen lassen, der auffällig genug ist. Freilich wird die Unterscheidung dieser Minima voneinander unberechtigt, wenn man die beiden Grenzarten aus Verhältnissen der retinalen Abbildung allein abzuleiten versucht. (Vgl. unten.) Daraus ergibt sich von selbst eine gewisse Verlegenheit einzelner Autoren, die eben diese retinalen Verhältnisse, wie das dem Herkommen entspricht, ausschließlich für die Begrenztheit der Sehleistung (Sehschärfe) verantwortlich machen. Das Minimum visibile wäre ein kleines Gebilde, etwa objektiv von Quadratform und schwarz auf weiß gegeben, dessen Dimensionen und dessen Helligkeitsunterschied relativ zu der Umgebung gerade eben noch für seine Sichtbarkeit ausreichen. Von dem Minimum separabile dagegen würde zu reden sein, wenn zwei kleine Gebilde, etwa zwei weiße Quadrate auf schwarz, einander soweit genähert werden, daß ihr gegenseitiger Abstand und der Helligkeitsunterschied zwischen ihnen und dem Zwischenraum gerade eben für Sichtbarkeit der Unterbrechung ausreichen. Nach der älteren Auffassung der beiden Grenzen würde nun das Minimum visibile dann gerade überschritten werden, wenn in der peripheren Abbildung die Lichtflächen von Abbildungspunkten rings um das kleine Einzelquadrat sich mit solchen Intensitäten im Gebiet des kleinen Quadrates übereinander lagern, daß kein merklicher Helligkeits-

unterschied im Bereich dieses Quadrates relativ zu seiner Umgebung übrig bleibt. Genau dieselbe Erklärung wäre aber nach dieser Auffassung auch zu geben, wo es sich um die Ueberschreitung des Minimum separabile handelt: Für das Sehen würde die Trennung zwischen zwei weißen Quadraten dann aufgehoben sein, wenn die Lichtflächen, die diesen Quadraten entsprechen, sich im Bereich des Zwischenraumes mit solcher Intensität überlagern, daß kein hinreichender Helligkeitsunterschied zwischen den Quadraten und der Zwischenzone zustande kommt. Diese Gleichstellung von Minimum visibile und Minimum separabile bei einer Erklärung aus peripheren Abbildungsverhältnissen folgt notwendig daraus, daß physikalisch keinerlei Unterschied besteht zwischen der Abbildung eines Flächendifferentials, welches im Sehen einer kleinen Figur entspricht, und der eines anderen Flächendifferentials, dem im phänomenalen Felde nur ein indifferenter kleiner Grundbereich zuzuordnen ist. Das Minimum visibile ist eben eine kleinste sichtbare Figur; das Minimum separabile ein schmalster Grundbereich, den man noch als Unterbrechung oder Zwischenraum zwischen Figuren wahrnehmen kann. Im ganzen ergibt sich, daß die Unterscheidung der beiden Minima auf sehr gesunder Phänomenologie von Autoren beruht, die anschaulich recht Verschiedenes als solches anerkannten, ehe sie gemerkt hatten, daß physikalisch oder im üblichen Sinne reizphysiologisch gar kein eigentlicher Gegensatz vorliegt. Die Ausbildung des Unterschiedes von Figur- und Grundbereichen geschieht ja offenbar erst im Nervensystem, wobei wir es dahingestellt sein lassen, auf welchem Niveau — schon im nervösen Gewebe der Retina oder erst in zentraleren Gebieten — die Aussonderung und Festigung der Figurbereiche erfolgt. Jedenfalls ist die Unterscheidung der beiden Minima, die doch jedermann, der unbefangen ist, als eine sachlich wohlbegründete erscheint, ein gutes Beispiel dafür, wie gefährlich es wäre, wenn man aus der Behandlung des Sehschärfeproblems alle diejenigen Momente ausschalten wollte, die nicht rein peripher bedingt sind.

Vom Standpunkt der Gestaltpsychologie, für welche ja die Unterscheidung der beiden Minima eine reale Bedeutung hat, ist nun zu erwarten, daß die beiden Grenzen quantitativ durchaus nicht unter allen Umständen zusammenfallen werden. Und die Erfahrung bestätigt diese Vermutung schon dadurch, daß ja, wie immer wieder festgestellt wurde, das Minimum separabile keineswegs nur von der Größe eines Zwischenraumes bei gegebenen Helligkeitsunterschieden, sondern sehr deutlich auch von der Beschaffenheit, Ausdehnung usw. der Figurbereiche abhängt, zwischen denen der kritische Zwischenraum liegt. Denn dieser Einfluß der Figurbeschaffenheit geht ja viel weiter, als sich durch das Verhalten der Lichtflächenüberlagerung im Zwischenbereich verstehen läßt, wenn schon diese natürlich auch etwas verschieden ausfällt, je nachdem

wie wenigstens die allernächstliegenden Teile der betreffenden Figuren beschaffen und ausgedehnt sind.

Von recht erheblicher Bedeutung dürfte aber vor allem der folgende Umstand sein: Wir haben soeben den kleinen Zwischenraum zwischen Figuren, um den es sich beim Minimum separabile handelt, provisorisch als schlechthin zum Grund gehörig behandelt. Das ist deshalb nicht ohne weiteres korrekt, weil so vielfach der farbig nicht irgendwie ausgezeichnete Grundbereich zwischen Figuren den Grundcharakter mehr oder weniger verliert und — indem sich eine sogenannte „Gesamtgestalt" ausbildet — bis zu einem gewissen Grade ebenfalls die Festigkeit des Figurhaften annimmt.[67]) Natürlich ist dies abermals eine Erscheinung, die man ganz übersehen muß, solange man sich nur auf die peripheren Abbildungsverhältnisse richtet. Eine Reihe von Punkten, die nebeneinander in derselben Richtung folgen oder doch so, daß Richtungswechsel in der Abfolge nicht zu abrupt geschehen, geben anschaulich die Gesamtgestalt einer geraden Linie bzw. einer Kurve oder dgl., indem sich zwischen Nachbarpunkten eine Art Brücke bildet.[68]) Das geschieht auch dann noch, wenn die Abstände der Punkte voneinander recht beträchtlich sind und wenn ein Einfluß auf die Färbung der Intervalle kaum konstatiert werden kann. Nichts könnte gefährlicher sein, als wenn man in diesem Falle wieder die merkwürdige Erscheinung als Produkt „höherer, psychischer Prozesse" beiseite schieben wollte. Wir haben eher Grund zu der Vermutung, daß es sich um die Aeußerung ganz primärer Eigenschaften des nervösen Geschehens handelt.

Daß die betrachtete Erscheinung erhebliche Bedeutung auch für Untersuchungen im Bereiche des Sehschärfeproblems hat, wird aus Versuchen von Claire Du Bois-Reymond[69]) deutlich. Dem Psychologen ist bekannt, daß die eben besprochene „Brückenbildung" zwischen Punktpaaren merklich begünstigt wird, wenn eine größere Anzahl von Punkten zur Entstehung eines linearen Gesamtbildes beiträgt, ohne daß dabei das Intervall zwischen je zwei Punkten verkleinert zu werden brauchte.[70]) Genau dem entspricht es, wenn eine Anzahl von Lichtpunkten auf dunklem Grund in Versuchen des genannten Autors schon bei 120″ Abstand zwischen je zweien zwangsmäßig als helle Linien erscheinen, während derselbe Effekt für nur zwei Punkte erst bei Annäherung auf 50″ erreicht

---

[67]) Vgl. die Auseinandersetzung oben S. 12 ff.

[68]) Vgl. dazu den Ausspruch von Fichte: „Anschauung ist linienziehend", zitiert nach Aubert: „Physiologie der Netzhaut", oben S. 2.

[69]) Claire Du Bois-Reymond: „Seheinheit und kleinster Sehwinkel." Gräfes Arch. 32, 2; Abs. 3 (1886).

[70]) Vgl. Wertheimer: „Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt." Psych. Fo. Bd. 4, 1923. s. o. Ziffer 37.

wird. Es ist uns äußerst wahrscheinlich, daß dieser Effekt mit der Figurbildung über Zwischenräume fort zusammenhängt, wie sie eben besprochen wurde. Die Aerzte freilich sind noch geneigt, auch in diesem Fall nicht weiter zu untersuchende, weil nicht in ihr Arbeitsgebiet gehörige, „höhere Vorgänge" verantwortlich zu machen, wie etwa die Aufmerksamkeit, die besser auf zwei Lichtpunkte gelenkt werde, bei mehreren aber haltlos umherirre, — oder gar nur die verwickelten Verhältnisse bei so zahlreichen Erregungen, die man in ihrem Einfluß auf die Sehschärfe schwer übersehen könne.[71])

In der Erscheinung der „Brückenbildung" liegt — wie schon früher hervorgehoben wurde — wiederum ein kräftiges Argument gegen die Mosaikhypothese: In einiger Entfernung voneinander geben zwei Punkte zu einer Veränderung des Zwischenraumes zwischen ihnen Anlaß, indem in den Figurcharakter der Punkte auch die Strecke zwischen ihnen mehr oder weniger entschieden einbezogen wird. Dabei ist doch diese Zwischenstrecke für sich genommen reizmäßig in keiner Weise vor dem Grund ringsum ausgezeichnet. Es folgt also, daß Reize an Stellen des Sehfeldes, denen sie nicht im Sinne der Mosaikhypothese zugeordnet sind, sehr wohl indirekte Wirkungen ausüben können. Daß aber diese indirekten Wirkungen (z. B. von zwei Punkten, die auch die Strecke zwischen ihnen zu einer Art Linie machen) durch die Uebereinanderlagerung von Lichtflächen nicht erklärt werden können, das ist schon deshalb selbstverständlich, weil die betrachtete Erscheinung auch noch bei sehr bedeutenden Abständen der Punkte voneinander auftritt.

Vielleicht noch entschiedener wird freilich die Mosaikauffassung durch die Ergebnisse von Du Bois-Reymond und die entsprechenden Erfahrungen der Psychologie widerlegt: Wenn die Festigkeit der „Brückenbildung" zwischen zwei Punkten davon abhängt, ob weitere Punkte so gelagert sind, daß sie mit den beiden ersteren zusammen eine ausgedehntere Figur zu bilden tendieren, so ist damit die Existenz von ausgedehnteren Geschehenszusammenhängen gegeben, die nicht einmal in Einzelzusammenhänge von je zwei Punkten aufgelöst werden können.

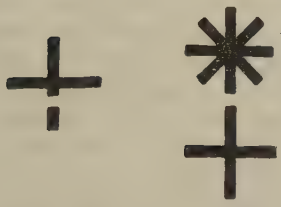
Als Beispiel dafür, wie bei objektiv gleichem Zwischenraum oder gleicher „Lücke" die Brückenbildung verschieden leicht eintritt, je nachdem wie die Gestaltungs-, Schließungs- oder Aussonderungstendenzen im größeren Bereich angelegt sind, können Versuche von S. Liebmann[72]) herangezogen werden. In ihren

[71]) s. Guillery: „Sehschärfe" in Bethes Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie, S. 766 ff, s. oben S. 1, Ziffer 2.

[72]) s. Liebmann: „Ueber das Verhalten farbiger Formen bei Helligkeitsgleichheit von Figur und Grund", Psych. Fo. Bd. 9, hauptsächlich S. 346 ff.; s. o. Ziffer 63.

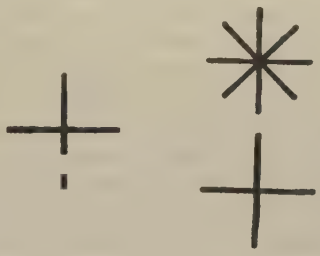
Experimenten wurde die Brückenbildung hauptsächlich für Fälle untersucht, in denen Figur und Grund nur farben verschieden, d. h. also helligkeitsgleich gegeben waren; soweit jedoch Versuche mit tonfreier Färbung der Objekte und Helligkeitsunterschieden angestellt wurden, hatten sie der Richtung nach das gleiche Ergebnis. In den Abbildungen Fig. 3 und 4, die wir der Liebmannschen Arbeit entnehmen, ist eine objektive Lücke einmal (1) an einer Stelle gegeben, deren Ausfüllung einen sonst vollständigen Bereich natürlicher Figurbildung wirklich zusammenhängend machen würde. Im anderen Falle (2) ist die objektiv gleiche Lücke Trennungs-

Fig. 3



(1) (2)

Fig. 4



(1) (2)

intervall zwischen zwei Figuren, die von vornherein je in sich geschlossen erscheinen, so daß Brückenbildung zwar möglich wäre, aber nicht in der Natur der gegebenen Figuren angelegt oder gefordert ist. Es zeigte sich, daß die Lücke im ersten Falle erst bei größerer Annäherung der Versuchsperson sichtbar wurde als im zweiten. Dieser Tatbestand macht es wohl unmöglich, ein bestimmtes Auflösungsvermögen als konstant für einen Menschen anzusetzen, die bei irgendwelchen „einfachen" Reizkonstellationen ein für allemal bestimmt und dann als gültig auch für beliebige andere Prüfungsgebilde angesehen werden könnte. Konkreter für den Augenarzt formuliert: Wenn die Erkennbarkeit von Buchstaben oder anderen Zeichen (in den Versuchen von Gebb und Löhlein u. a.) wenigstens teilweise Funktion des „Auflösungsvermögens" oder umgekehrt ihre Nichtmehrkenntlichkeit teilweise eine Funktion der eben erörterten Brückenbildung ist, dann kann man sich gewiß nicht mehr darüber wundern, daß je nach der Form der Zeichen, d. h. der Reizverteilung im größeren Bereich, die Erkennbarkeitsgrenzen auch bei gleicher Größe der Objekte ganz verschieden liegen. Auch können gewiß verschiedene Individuen, die sämtlich „recht gut sehen", bei solchen Prüfungen extrem verschiedene

Grenzwerte ergeben, sobald wegen der Beschaffenheit der Prüfungsobjekte die Brückenbildung von größerer Bedeutung wird. Denn nach allen psychologischen Erfahrungen muß das Nervensystem verschiedener Personen in der hier maßgebenden Hinsicht auch bei sonst gleichmäßig gutem Sehen sehr bedeutende Unterschiede aufweisen. —

Noch bei einer weiteren Diskussion dürfte Berücksichtigung der neueren Wahrnehmungspsychologie förderlich sein. Man hat am Sehen mehrere Sonderfunktionen unterschieden, wie Lichtsinn, Raumsinn und Formensinn (Hering), und als Guillery vorschlug, als Prüfungsobjekte einzelne Punkte zu verwenden, da wurde der Einwand gemacht, daß es sich bei solchen Bestimmungen nicht eigentlich um die Sehschärfe, sondern um den Lichtsinn handele. Die angeführten Unterscheidungen können jedoch deshalb leicht gefährlich werden, weil man zwar bis zu einem gewissen Grade abstrahierend sein Augenmerk bald auf Helligkeit und Farben, bald auf räumliche Ausdehnungen und schließlich auf Formen richten kann, in Wirklichkeit aber nicht voneinander unabhängige Funktionen vorliegen. So gibt möglichst homogene Reizung der Augen, wie etwa die Beobachtungen von Metzger[73]) zeigen, nur einen engen, verschwommenen Raum, und feste Räumlichkeit, besonders von größerer Ausdehnung im Ganzen, setzt notwendig das Neben- und Gegeneinander farbig oder der Helligkeit nach verschieden gereizter Gebiete voraus. Statt dessen kann man auch sagen, daß jede kräftige Raumentfaltung an die Absetzung bestimmter Formen, d. h. an Gestaltung gebunden ist. Es gibt realiter keinen rechten „Raumsinn", der nicht die Funktionen des sog. Formsinnes involvierte. Farben wiederum kennen wir nur als in irgend einem Maße raumerfüllende Beschaffenheiten, und der sogenannte „Licht- und Farbensinn" scheint ohne Funktion des Raumsinnes überhaupt nicht zu existieren. Vermutlich beruhen das Hell- oder Farbigsein und das Ausgedehntsein der Sehwelt auf verschiedenen Seiten eines und desselben physiologischen Vorganges, ähnlich wie wir an einer Schallwelle zwar Intensität und Frequenz abstrakt unterscheiden, aber nicht Wellen herstellen können, die entweder nur eine bestimmte Intensität ohne Frequenz oder nur eine Schwingungszahl ohne eine Intensität hätten. Formung im Sehfelde endlich tritt nicht ohne Beteiligung des Licht- oder Farbensinnes auf, und zwar so, daß Helligkeits- und Farbunterschiede in bestimmten Verteilungen dabei die entscheidende Rolle spielen. Ein Kreis wird gesehen, wenn in einem Bereich von bestimmten, geometrischen Proportionen die Reizart und die retinalen Farbprozesse von der Reizart und den Farbprozessen der Um-

[73]) W. Metzger: „Optische Untersuchungen am Ganzfeld II: Zur Phänomenologie des homogenen Ganzfeldes." Psych. Fo. Bd. 13, 1929.

gebung hinreichend verschieden ausfallen. Ist diese Voraussetzung erfüllt, dann setzt sich der abweichend gefärbte Bereich in der Dynamik des Gesamtfeldes ab und wird in sich fest, er erwirbt den Figurcharakter. Die Kräfte, die dabei zur Aussonderung einer anschaulich wirklichen Form führen, dürften sich unmittelbar aus der Verschiedenheit der Farberregungen der Einzelbereiche ergeben. Formdynamik entspringt danach der Dynamik an Farbgrenzen und man wird leicht auf Irrwege geraten, wenn man von einem selbständigen „Formensinn" spricht.

Wird nun gegen Guillerys Prüfungen mit Punkten eingewendet, sie hätten nur mit dem Lichtsinn, nicht aber mit „Formen" und mit der Sehschärfe zu tun, dann liegt wohl schon eine Auseinanderreißung von sachlich nicht zu Trennendem vor. Denn der Punkt bedarf natürlich nicht mehr als der Kreis des „Lichtsinnes" zu seiner Existenz; andererseits gehört zu seinem Auftreten genau so gut wie zu dem des Kreises die Absetzung und innere Festigung als dynamische Wirkung von Farbgrenzen.[74]) Richtig ist, daß man mit einzelnen Punkten manche Faktoren nicht untersuchen kann, die in anderen Fällen für das Leistungsmaß, das man Sehschärfe nennt, entscheidende Bedeutung gewinnen, vor allem nicht die oben besprochene „Brückenbildung" bzw. ihr Korrelat „das Auflösungsvermögen". Aber das wird ja bei einem farbig ausgefüllten Kreise oder einem Rechteck oder einem schlichten großen lateinischen I ebensowenig geprüft.

VII.

Fassen wir unsere Erörterungen zusammen, so ergibt sich, daß ganz verschiedene Seiten der optischen Formbildungsvorgänge auf eine Begrenztheit der Sehleistung im Sinne des Sehschärfebegriffes hinwirken. Es kann gewiß nicht geleugnet werden, daß diejenigen Abweichungen der retinalen Abbildung (von Idealkonstruktionen der geometrischen Optik), welche mit dem Begriff der Lichtfläche zusammenhängen und rein additiv oder mosaikmäßig behandelt werden dürfen, bereits eine Begrenzung der Sehleistung bedingen. Darüber hinaus aber ergeben gestalttheoretische Erfahrungen und Erwägungen noch ganz andere, sicher nicht weniger wichtige Momente, die in der gleichen Richtung wirken:

1. Kleinere und von ihrer Umgebung zu wenig unterschiedene Reizgebiete scheinen sich nicht gegen einen Druck des Gesamtfeldes auf homogenes Geschehen durchsetzen oder halten zu können.

2. Der gleiche Druck kann zu Zerreißungen von Figuren, insbesondere an relativ schwächeren Stellen führen, wiederum um so eher je geringer die objektiv gegebenen Reizunterschiede sind. (Tropfenzerfall.)

[74]) Vgl. oben S. 18 f.

3. Gewissermaßen umgekehrt tendieren einander naheliegende Figurgebiete dahin, das zwischen ihnen liegende Gebiet ebenfalls auf Figurniveau zu heben. Da diese Tendenz je nach der Gesamtkonstellation der von ihr nahegelegten Figurbildung verschiedene Grade annehmen kann, so ergibt sich bei verschiedenen Prüfungsobjekten verschieden stark und an verschiedenen Stellen angreifend ein Druck auf Umbildung des Gesehenen. Dieser wird ceteris paribus zu größter Auswirkung dann kommen, wenn die „Lücken", „Oeffnungen" usw., um die es sich handelt, unter sehr kleinem Sehwinkel abgebildet werden, d. h. also gerade in der Zone, in der man Sehschärfeprüfungen anstellt.

4. Ebenso wie Figuren auf Grund der in ihnen liegenden Gestaltungstendenzen an bestimmten Stellen Lücken ausfüllen, werden sie in anderen Fällen Bestandteile abzustoßen suchen, wenn diese der Gesamtanlage der Gestalt fremd oder zuwider sind. Es wird kaum möglich sein, alle Erscheinungen dieser Art auf den Gesichtspunkt zurückzuführen, welchen wir oben an erster Stelle genannt haben. Denn da handelte es sich um Kräfte, die sich nicht aus der spezifischen Anlage einer bestimmten Gesamtform ergeben, während das hier gerade das Wesentliche an der Ausfallserscheinung wäre.

5. Wie Teilbereiche von Figuren „unterdrückt" und wie sie „ergänzt" werden können, so können sie auch auf Grund der inneren Dynamik einer Figuranlage verschoben, verlagert, gedreht und in ihrer Größe alteriert werden. Jede hinreichend stärkere Aenderung dieser Art wird zum Verkennen, zu einem Fehlurteil gegenüber dem objektiven Bestand führen, insbesondere dann, wenn etwa mehrere solche Einflüsse sich in einer Figur zugleich geltend machen. Gemeint sind Aenderungen, wie sie als geometrisch optische Täuschungen bezeichnet zu werden pflegen. Solche Erscheinungen dürften ein viel höheres Ausmaß erreichen, sobald die Teile der betreffenden Reizkonstellationen in der Abbildung so nahe aneinander rücken, wie es bei Sehschärfeprüfungen der Fall ist.

Je nachdem, um was für Objekte es sich handelt, werden die eben angeführten Faktoren in verschiedenem Maße an der Begrenzung der Sehleistung beteiligt sein.

Die weitere Forschung auf diesem Gebiet dürfte gewinnbringender werden, wenn die Diskussion über Abstrakta und sekundär gebildete Begriffe ein wenig zurückträte zugunsten konkreter Untersuchungen, die nicht sogleich auf quantitative Bestimmungen gerichtet wären. Denn was in der kritischen Zone eigentlich vorgeht und die Sehleistung begrenzt, wird vielleicht deutlicher werden, wenn wir nicht vor allem feststellen, jenseits welches Sehwinkels ein Objekt unkenntlich wird, sondern w a s man eigentlich sieht, wenn diese Grenze überschritten wird.

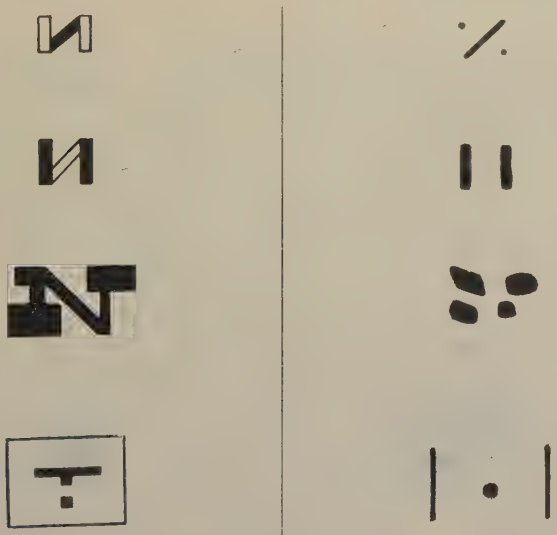
In (vorläufigen) Versuchen, in denen Prüfungsobjekte den Versuchspersonen entweder aus größter Ferne allmählich genähert

oder aber der Abstand umgekehrt allmählich vergrößert wurde, fanden wir u. a. die folgenden Beispiele, die zur Veranschaulichung der soeben angeführten Momente dienen können:

1. Für das Verschwinden von Objekten bei allergrößter Entfernung bedarf es eines Beispieles nicht. Es kommt auch dann vor, wenn das Prüfungsobjekt zuerst in der Nähe deutlich gesehen wurde und dann erst in große Entfernung gebracht wird. Noch einmal sei daran erinnert, daß bei Helligkeitsgleichheit von Objekt und Umgebung selbst intensiv gefärbte Gegenstände auch bei Abbildung unter recht großem Sehwinkel oft vom Grunde gewissermaßen verschluckt werden.

2. Als Beispiele für das zweite Moment, den Tropfenzerfall, können die folgenden dienen:

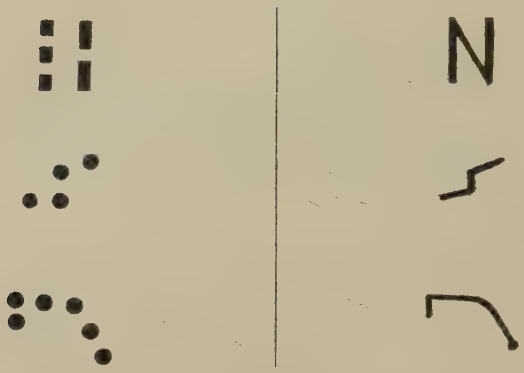
Dargeboten: Gesehen (gezeichnet):



3. Die Brückenbildung oder Lückenschließung macht sich geltend in Fällen wie:

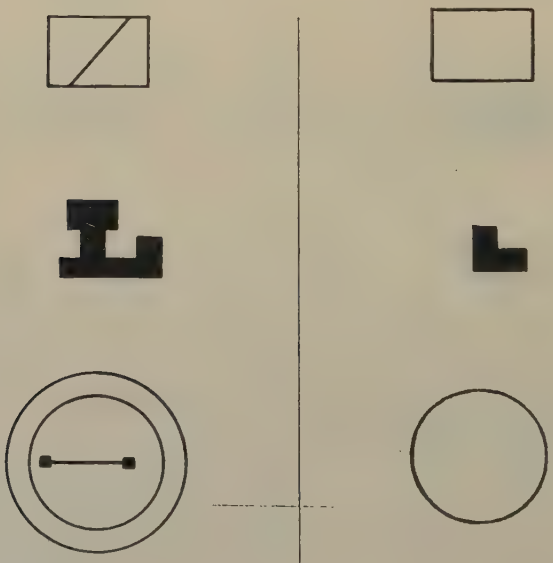
Dargeboten: Gesehen (gezeichnet):

Dargeboten: Gesehen (gezeichnet):



4. Als Beispiele für das vierte Moment führen wir an:

Dargeboten: Gesehen (gezeichnet):



Dargeboten:	Gesehen (gezeichnet):

Anm.: Daß solche Erscheinungen sich nicht allgemein auf das oben zuerst angeführte Prinzip zurückführen lassen, hat Liebmann (a. a. O. S. 344 f.) auch quantitativ gezeigt.

5. Ebenfalls bei Liebmann finden sich zwei Beispiele dafür, daß Verlagerungen, Verdrehungen und Größenänderungen in der Zone des Verschwimmens von Figuren ebensowohl verstärkt wie reduziert sein können, — je nach der Beschaffenheit der betreffenden Reizkonstellationen (a. a. O. S. 317 f).

Vor fünf Jahren hat Sander auf dem Bonner Psychologenkongreß über Versuche von Wohlfahrt berichtet, deren Ziel mit dem unserer Beobachtungen insofern verwandt ist, als es sich darum handelte, die Erscheinungen zu beschreiben, welche bei allmählicher Vergrößerung eines zuerst in kleinsten Dimensionen gegebenen, leuchtenden Objektes im Dunkelraum auftreten, oder, wie Sander es nennt, „die Vorgestalten“ zu ermitteln, die der Ausbildung einer klaren und festen Form vorangehen. Dabei traten ganz ähnliche Veränderungen auf, wie wir sie auf Grund eigener Beobachtungen und sonstiger Erfahrungen der Psychologie und Augenheilkunde zu beschreiben versucht haben.

Zum Schluß dieser Arbeit möchte ich denjenigen, welche als Versuchspersonen ihre Zeit zur Verfügung stellten, meinen Dank aussprechen, ganz besonders aber Herrn Prof. Köhler dafür danken, daß er mir das Thema stellte und mich bei seiner Behandlung durch manchen Rat unterstützte.

Lebenslauf.

Am 2. Januar 1903 wurde ich als Sohn des Kaufmanns Kommerzienrat Alfred Curt Berger und dessen Ehefrau, Helene geb. Mey, in Belgrano bei Buenos Aires in Argentinien (Südamerika) geboren.

Von Michaelis 1909 bis Ostern 1913 besuchte ich die V. höhere Bürgerschule in Leipzig-Plagwitz, danach von Ostern 1913 ab das humanistische Thomas-Gymnasium in Leipzig, an welchem ich Ostern 1922 meine Reifeprüfung ablegte.

Ostern 1922 bis Juli 1922 studierte ich an der Londoner Universität die englische Sprache, danach machte ich von Oktober 1922 bis August 1923 eine kaufmännische Lehre in Buenos Aires durch.

Meine daran anschließende Studienzeit mußte ich aus persönlichen Gründen vom März 1925 an auf 2 Jahre unterbrechen. In dieser Zeit war ich in der Firma meines Vaters in Buenos Aires (Argentinien) tätig.

Seit dem Wintersemester 1927/28 studierte ich Psychologie und Philosophie, zuerst in Köln und Frankfurt, seit dem Wintersemester 1928/29 in Berlin.